Band 41 / Heft 1 *September 1957*

...EALTH INST. ...LOGY LIBRARY ...OCT... Eu. 270. ...ATE

ZEITSCHRIFT FÜR ANGEWANDTE ENTOMOLOGIE

ZUGLEICH ORGAN DER DEUTSCHEN GESELLSCHAFT FÜR ANGEWANDTE ENTOMOLOGIE

BEGRÜNDET VON K. ESCHERICH

HERAUSGEGEBEN VON

W. ZWÖLFER

Dr. rer. nat., o. ö. Professor für angewandte Zoologie an der Universität München

Mit 63 Abbildungen

VERLAG PAUL PAREY · HAMBURG UND BERLIN

HAMBURG 1 · SPITALERSTRASSE 12

Inhalt

ORIGINALAUFSÄTZE

Experimentaluntersuchungen über die Ökologie der Maikäferengerlinge. Von K. HURKA 1

Die Milbenfauna eines Ackerbodens und ihre Beeinflussung durch Pflanzenschutzmittel. Von H.-H. BARING 17

Eine neue *Megastigmus*-Art als Samenstörer von *Pinus strobus*. Von V. SCHEFER-IMMEL 52

Insektizide und akarizide Wirksamkeit von 2,4,5,4'-Tetrachlor-Diphenyl-Sulphon. Von J. MELTZER 58

Untersuchungen an *Ips typographus* L. und seiner Umwelt. Von H. E. WICHMANN 64

Biologische Studien über den frühen Kastanienwickler. Von O. MÜLLER 73

REFERATE 112

Schriftleitung: Alle Einsendungen sind mit dem ausdrücklichen Vermerk „Für Zeitschrift für angewandte Entomologie" ausschließlich an Prof. Dr. W. Zwölfer, München 13, Amalienstr. 52, Gartengeb., zu richten.

Manuskripte: Die Zeitschrift veröffentlicht Originalabhandlungen, kleine Mitteilungen und Buchbesprechungen. Die Beiträge sind so kurz und präzise wie möglich zu halten. Tabellen und Abbildungen wird gebeten, auf das Notwendigste zu beschränken. Jeder Abhandlung ist am Schluß eine kurze Zusammenfassung der wichtigsten Ergebnisse in deutscher und, wenn möglich, englischer Sprache anzufügen. Die Titel zitierter Zeitschriften sind nach den internationalen Regeln zu kürzen. Für Manuskripte, die einen Umfang von 50 Seiten übersteigen, bittet der Herausgeber, vor Absendung mit ihm Fühlung aufzunehmen. Es wird gebeten, die Manuskripte möglichst mit Schreibmaschine und nur einseitig zu schreiben und Sperrungen möglichst zu vermeiden. Photographische Abbildungsvorlagen müssen so beschaffen sein, daß sie eine kontrastreiche Wiedergabe ermöglichen. Alle dem Manuskript beiliegenden Unterlagen wie Photographien, Zeichnungen, Tabellen sollen auf der Rückseite mit dem Namen des Verfassers und dem Titel des Beitrages versehen sein. Bei Abbildungen, die bereits erfolgten Veröffentlichungen entnommen werden sollen, ist eine genaue Quellenangabe erforderlich.
Mit der Übersendung des Manuskriptes räumt der Verfasser dem Verlag Paul Parey für die Dauer des urheberrechtlichen Schutzes das Recht ein, die photomechanische Vervielfältigung seines Aufsatzes durch gewerbliche Unternehmen zum innerbetrieblichen Gebrauch zu genehmigen.

Honorierung: Das Mitarbeiterhonorar beträgt DM 40,— je Druckbogen von 16 Seiten. Mehr als drei Druckbogen je Beitrag werden nicht honoriert. Der von Abbildungen und Tabellen eingenommene Raum sowie Doktor-Dissertationen und Buchbesprechungen sind honorarfrei.

Sonderdrucke: Die Verfasser von Originalarbeiten erhalten von ihrem Beitrag nach Druckbeendigung auf Wunsch unberechnet 20 Sonderdrucke, die Verfasser von Doktor-Arbeiten 50 Sonderdrucke. Mehrbedarf kann gegen Berechnung angefertigt werden, jedoch nur, wenn die Bestellung unmittelbar mit der Rücksendung der Fahnenkorrektur, spätestens der 1. Umbruchkorrektur, bei der Schriftleitung aufgegeben worden ist.

Vorbehalt aller Rechte, insbesondere auch der photomechanischen Vervielfältigung: Alle Rechte, auch die der Übersetzung, des Nachdruckes und der photomechanischen Wiedergabe von Teilen der Zeitschrift oder im ganzen, sind vorbehalten. Jedoch wird Vervielfältigung durch Photokopie, Mikrokopie und dergl. für den innerbetriebl. Gebrauch in gewerbl. Unternehmen durch diese selbst oder durch Dritte in 1 Ex. gestattet, wenn die Vervielfältigung einen Quellenvermerk enthält und unter Angabe der vervielfältigten Stelle eine Gebühr von DM 0,70 je angefangene Druckseite an den Verlag entrichtet wird.

Erscheinungsweise und Bezugspreis: Die Zeitschrift erscheint in zwangloser Folge im Umfang von ungefähr 7 Druckbogen je Heft. Jährlich erscheinen etwa 6 bis 8 Hefte, von denen 4 jeweils einen Band bilden. Das Abonnement verpflichtet zur Abnahme eines ganzen Bandes und verlängert sich jeweils stillschweigend, wenn nicht unmittelbar nach Erhalt des letzten Heftes eines Bandes Abbestellung erfolgt. Die Hefte werden einzeln berechnet. Der Preis beträgt je Druckbogen etwa DM 4,—. Der Preis der Hefte außerhalb des Abonnements ist jeweils 10% teurer.
Die Zeitschrift kann bei jeder Buchhandlung oder beim Verlag Paul Parey, Hamburg 1, Spitalerstraße 12, bestellt werden.

© Paul Parey, Hamburg u. Berlin 1957 · Printed in Germany by Westholst. Verlagsanst. Boyens & Co., Heide/Holstein

Z. ang. Ent. Bd. 41 (1957) H. 1, S. 1-112

Abonnementspreis dieses Heftes DM 28,80 Einzelpreis DM 31,60

Aus der entomologischen Abteilung der biologischen Fakultät der Karls-Universität in Prag

Experimentaluntersuchungen über die Ökologie der Maikäferengerlinge *(Melolontha hippocastani F.)*

Von Karel Hůrka, Prag

I. Der Aufstieg im Frühling

Auf Grund von Freilanduntersuchungen, die ich in den Jahren 1952—54 in Stará Boleslav bei Prag ausführte, können die Vertikalmigrationen der Engerlinge — ihren Ursachen gemäß — in zwei Gruppen eingeteilt werden: Wanderungen infolge physiologischer Veränderungen des Organismus und in solche, die auf Änderungen der Umweltbedingungen beruhen. Dabei sind die Umweltbedingungen primär, denn sie beeinflussen in beträchtlichem Maße auch die durch einschneidende physiologische Veränderungen des Organismus hervorgerufenen Migrationen. Zu den physiologisch hervorgerufenen Wanderungen zählen die Höhenänderungen der Engerlinge vor der Häutung und der Abstieg vor der Verpuppung. Zu den umweltbedingten rechnen der Abstieg der Engerlinge im Herbst und alle weiteren kleineren Veränderungen der Engerlingshöhe im Verlauf der Vegetationsperiode. Von den Faktoren der Umweltbedingungen, die am meisten die vertikale Migration der Engerlinge beeinflussen, ist die Temperatur am wichtigsten. Diese weist im Boden einen im Winter gegen die Oberfläche hin sinkenden, im Sommer einen in dieser Richtung ansteigenden Gradient auf. Die Änderung des Bodentemperaturgradienten in gewissen Temperaturbereichen veranlaßte die weitaus meisten Migrationen, die auf der untersuchten Fläche durch äußere Bedingungen unter den Engerlingen von *Melolontha hippocastani* F. hervorgerufen wurden. Die Engerlinge werden also nicht von positiver oder negativer Geotaxis geleitet, wie es Ené (1942) für möglich hält, sondern von der Thermotaxis, die infolge des Gradienten der Bodentemperatur einen geopositiven oder geonegativen Charakter hat (Hůrka 1955).

Der Aufstieg der Engerlinge im Frühjahr kann nicht direkt der einen oder anderen Ursache zugeteilt werden. Sicher ist dieser Aufstieg durch die Erwärmung der Bodenschichten in der Überwinterungstiefe der Engerlinge auf einen gewissen Wert bedingt. Wenn die Temperatur dieser Schichten 7° C (Reiset 7° C, Kienitz 8—10° C, Schwerdtfeger 7—10° C) überschreitet, beginnt der Engerling in Richtung des geonegativen Wärmegradienten vorzudringen. Ist aber der Aufstieg im Frühling nur von diesem Gradienten abhängig oder spielt hier auch die Nahrung eine wesentliche Rolle? Was für einen Charakter hat diese vertikale Wanderung?

Ené (1942) befaßte sich experimentell mit dem Aufstieg der Engerlinge im Frühling. Sie fand, daß der Aufstieg thermisch hervorgerufen wird und stellte eine Abhängigkeit der Aufstiegsgeschwindigkeit von der Temperatur

und den Eigenschaften des Bodens fest. Ferner nimmt sie an, daß Nahrungsmangel nach dem Überwintern den Engerling zum Aufsteigen zwingt. Auf Grund der Angaben Enés stellte ich zur Beantwortung der oben gestellten Fragen zwei Versuche an.

Der *erste Versuch* hatte den Zweck, die Gewichtsveränderungen der Engerlinge beim Aufstieg durch Sand ohne Nahrung (d. h. ohne größere Nahrung, wenn auch mit kleinen Pflanzenresten) festzustellen und das 1. und 2. Stadium in bezug auf die Aufstiegsgeschwindigkeit unter gleichen Bedingungen zu vergleichen. Ené (1942) stellte für das 2. Stadium eine doppelt so lange Aufstiegszeit wie für das 1. Stadium fest, was mir sowohl in logischer Hinsicht als auch auf Grund der Ergebnisse Schwerdtfegers (1939) über die Abhängigkeit der Bewegungsgeschwindigkeit der Engerlinge von ihrer Größe nicht wahrscheinlich erschien.

Methodik: Zur Beobachtung des Aufstiegs der Engerlinge gab ich diese in Glaszylinder von 8 × 50 cm, die mit Sand gefüllt waren. Ich legte die Engerlinge 5 cm über dem Boden auf Sand und überschichtete sie dann mit 35 cm Sand mit einem spezifischen Gewicht von 1,64 g/cm³, bei einer Temperatur von 11° C und einer absoluten Feuchtigkeit von 6–7 %. Oben gab ich in die Zylinder Moosrasen *(Calliergonela cuspidata)*, um das Austrocknen des Sandes möglichst zu verhindern, und bedeckte die Zylinder mit Petrischalen. Alle zehn Zylinder versenkte ich 10 cm tief in Sand von der gleichen Temperatur, der sich in einem Holzrahmen von 50 × 60 cm befand. Damit die Engerlinge nicht durch Licht gestört wurden, bedeckte ich die Zylinder mit einer Leinwandkappe. Der Versuch begann um 14.30 Uhr bei einer Lufttemperatur von 20° C. Um 16 Uhr betrug die Temperatur des Sandes in Engerlingshöhe 12° C, um 18 Uhr 14° C bei einer Lufttemperatur von 18° C. Die Temperatur unter dem Moos in 5 cm Tiefe war um 18 Uhr 17,25° C.

Material: Ich verwendete fünf Engerlinge des 1. Stadiums von *Melolontha melolontha* L. und fünf Engerlinge des 2. Stadiums von *Melolontha hippocastani* F., die ich am 21. 3. 1953 in Stará Boleslav ausgegraben und bis zum Beginn des Versuchs (28. 3. 53) im Eiskasten bei einer Temperatur von 0–5° C aufbewahrt hatte. Die Engerlinge wurden in halberstarrtem Zustand in den Versuch gebracht und zeigten nur bei Reizung Bewegung.

Das Ergebnis des Versuches zeigt die folgende Tabelle:

Tabelle 1

Engerling Nr.	Gewicht vor dem Aufstieg	Gewicht nach dem Aufstieg	Unterschied in %	Zeit in Tagen	mittl. Temperatur
			I. Stadium		
1	64 mg	61 mg	— 5,43	12,7	18,4
2	69 mg	67 mg	— 2,9	4,3	17,3
3	83 mg	80 mg	— 3,6	9,8	18,6
4	110 mg	118 mg	7,3	8	18,4
5	111 mg	108 mg	— 2,7	8,8	18,5
Mittelwert			— 1,47	8,7	18,3
			II. Stadium		
6	422 mg	384 mg	— 9	12	18,4
7	453 mg	493 mg	8,5	4,7	17,6
8	359 mg	368 mg	2,4	4,1	17,4
9	318 mg	373 mg	17,3	7,8	18,4
10	414 mg	437 mg	5,6	6	17,8
Mittelwert			4,9	7	17,9

Ein Vergleich der Aufstiegsdauer beider Stadien zeigt, daß unter den gleichen Bedingungen das 2. Stadium den Aufstieg früher beendet als das 1. Dies ist begreiflich, wenn wir den Größenunterschied der beiden Stadien in Betracht ziehen. Bei einer Mitteltemperatur von 18,0° C dauerte der Aufstieg beim 1. Stadium 8,7 Tage, bei gleicher Temperatur beim 2. Stadium im Durchschnitt nur 7 Tage.

Über die Gewichtsveränderungen im Verlauf des Aufstiegs des 1. Stadiums läßt sich auf Grund des Versuches nichts sagen, da infolge des geringen Larvengewichts jede Kotabgabe das Gewicht beträchtlich ändert, so daß ein weit größeres Material nötig wäre, um zu irgendwelchen Schlußfolgerungen gelangen zu können.

Beim 2. Stadium zeigt sich wenigstens eine gewisse Tendenz: die Engerlinge fressen, wie ersichtlich, während des Aufstiegs und ihr Gewicht nimmt zu. Nur wenn der Aufstieg abnorm lange dauert (Engerling Nr. 6), sinkt das Gewicht.

Der *zweite Versuch* sollte die in der Einleitung gestellte Frage beantworten.

Methodik: So wie beim ersten Versuch, doch wurden nur sieben Zylinder verwendet, wobei ich drei Zylindern Nahrung zufügte (Moosrasen *Calliergonela cuspidata*), und zwar in Zylinder Nr. 1 in einer Höhe von 22,5 cm, in Nr. 2 bei 24 cm und in Zylinder Nr. 3 in einer Höhe von 13 cm über dem Engerling. Bei Beginn des Versuches (21. 4. 1953 – 14.00) war die Lufttemperatur 22,1° C, die Temperatur des Sandes 18° C.

Material: Ich verwendete Engerlinge des 2. Stadiums, die ich am 7. 4. 1954 in Stará Boleslav aus der Überwinterungstiefe ausgegraben hatte. Bis zu Beginn des Versuchs waren die Engerlinge im Eiskasten bei einer Temperatur von 0–5° C. Das Ergebnis zeigt Tabelle 2.

Tabelle 2

Engerling Nr.	Gewicht vor dem Aufstieg	Gewicht nach dem Aufstieg	Unterschied in %	Zeit in Tagen	mittl. Temperatur
1	512 mg	682 mg	33,2	14	19,3
2	353 mg	520 mg	47,3	15	19,2
3	445 mg	485 mg	9	4	19,4
Mittelwert mit Nahrung			29,8	11	19,3
4	498 mg	494 mg	— 0,8	6,1	19,2
5	309 mg	282 mg	— 8,9	10	19,1
6	414 mg	441 mg	6,5	3,1	18,4
7	404 mg	422 mg	4,5	5,7	19,3
Mittelwert ohne Nahrung			0,4	6,2	19,0

Trifft der Engerling beim Aufstieg auf Nahrung, so hält er bei ihr an und setzt den Aufstieg erst dann fort, wenn er diese gefressen hat. Das kommt in der Dauer des Aufstiegs der Engerlinge zum Ausdruck, die im Durchschnitt bei der gleichen Temperatur 11 Tage dauerte, also fast doppelt so lang als bei Engerlingen, die direkt aufstiegen. Ferner zeigt es sich im Gewicht der Engerlinge, das eine größere prozentuelle Zunahme zeigt als bei direkt aufsteigenden Engerlingen. Zu einer Gewichtsabnahme aufsteigender Engerlinge kam es wieder bei abnormal langem Aufstieg.

Nach dieser neuerlichen Bestätigung, daß der Engerling bei Nahrungs-

fund seinen Aufstieg unterbricht, gab ich die Larven Nr. 6 und Nr. 7 nach Beendigung des normalen Aufstiegs neuerlich in die Überwinterungstiefe (durch Umdrehen des Zylinders). Unmittelbar über dem Engerling (Nr. 7) wurde Nahrung eingelegt, während der andere (Nr. 6) ohne Nahrung blieb. Engerling Nr. 6 legte den zweiten Aufstieg in 3,7 Tagen bei einer Temperatur von 19,4 ° C zurück und verlor dabei 2 % seines Gewichts. Engerling Nr. 7 blieb in der Überwinterungstiefe, wo er fraß (er wurde am 9. 5. gewogen — in 14 Tagen hatte sein Gewicht um 50 % zugenommen); erst nach Entfernung des Moosrasens erschien er nach vollzogener Häutung an der Oberfläche. Engerling Nr. 6 drehte ich nach dem zweiten Aufstieg wieder um und fügte Nahrung zu, an der er sich im weiteren Versuchsablauf aufhielt.

Engerlinge, die den Aufstieg bei Nahrungsfund unterbrachen, fand ich auch bei der Freilandarbeit in Stará Boleslav. Am 13. 5. 1953 fand ich einen Engerling des 2. Stadiums in 21 cm an einer Kiefernwurzel, während die übrigen Engerlinge schon oben in 5—10 cm Tiefe waren; am 24. 5. 1953 fand ich einen Engerling des 3. Stadiums an einer vermoderten Wurzel in 18 cm und einen Engerling des 3. Stadiums in 23 cm an einer Kiefernwurzel, während die anderen Larven ebenfalls schon oben in 7—10 cm Tiefe waren.

Die beiden Versuche gestatten also folgende Schlußfolgerungen:

1. Unter gleichen Bedingungen beendet das 2. Stadium den Aufstieg im Frühjahr früher als das 1. Stadium.
2. Wenn der Engerling beim Aufstieg im Frühjahr auf Nahrung stößt, unterbricht er den Aufstieg und setzt ihn erst fort, nachdem er sie aufgefressen hat.
3. Der Aufstieg im Frühjahr ist temperaturbedingt. Der Engerling beginnt in Richtung des geonegativen Temperaturgradienten aufzusteigen. Sein weiterer Aufstieg wird aber durch die Nahrung beeinflußt, deren Auffinden die Hauptaufgabe des Aufstiegs im Frühjahr ist.
4. Der Aufstieg im Frühjahr ist also eine Migration, die unmittelbar durch die Temperaturverhältnisse des Milieus hervorgerufen wird, nachher herrscht aber ein physiologischer Faktor vor.

II. Die untere Temperaturgrenze der Fraßtätigkeit

Beim Aufstieg der Engerlinge im Frühjahr und bei einem Temperatursturz während der Vegetationsperiode wird die Frage nach der tiefsten Temperatur aufgeworfen, bei welcher der Engerling Nahrung zu sich nehmen kann, um unter normalen Feuchtigkeitsverhältnissen (100 % rel. Luftfeuchtigkeit) sein Gewicht zu vergrößern.

Mit diesem Problem hat sich experimental nur Ené 1942 befaßt, die angibt, daß die Nahrungsaufnahme der Engerlinge der Gattung *Melolontha* bei 11,5 ° C beginnt und endet. Er gibt aber weder die Artzugehörigkeit noch das Stadium an, auf die sich die Angabe bezieht, so daß sie auf alle Stadien beider Arten bezogen werden muß.

Bei meinen Freilandarbeiten in Stará Boleslav fand ich beim Aufstieg der Engerlinge im Frühjahr dreimal vereinzelt Engerlinge (einmal des 2. und zweimal des 3. Stadiums), die wesentlich tiefer waren als die anderen. Alle diese Engerlinge waren an Kiefernwurzeln. Die Temperatur der umgebenden Bodenschichten war stets tiefer als 11,5 ° C.

Obwohl es erwiesen ist, daß die Engerlinge ihren Aufstieg im Frühjahr unterbrechen, wenn sie auf Nahrung stoßen, besteht nach der obigen Angabe ENÉS (die das Verweilen der Engerlinge an der Nahrung selbst voraussetzt) die Frage, ob der Engerling diese Nahrung im natürlichen Biotop aufnehmen kann, da die Temperatur in den tieferen Bodenschichten während des Aufstiegs im Frühjahr gewöhnlich niedriger ist als 11,5 ° C.

Um die untere Temperaturgrenze der Nahrungsaufnahme für Engerlinge des 3. Stadiums von *Melolontha hippocastani* F. nach dem Überwintern und so die eventuelle Möglichkeit der Nahrungsaufnahme während des Aufstiegs im Frühjahr festzustellen, machte ich folgenden Versuch:

Material: Engerlinge des 3. Stadiums von *M. hippocastani* F., am 23. 3. 1954 in Stará Boleslav aus einer Überwinterungstiefe von 36 cm ausgegraben und bis zum Beginn des Versuchs (7–10 Tage) bei einer Temperatur von 4–5° C im Eiskasten aufbewahrt.

Methodik: Ich gab je einen Engerling in Glasgefäße von 9,5 × 7 cm, die mit humosem Sand von 5–10 % absoluter Feuchtigkeit gefüllt waren und führte den Versuch auf zwei Arten durch.

1. Ich gab fünf Gefäße mit Engerlingen in eine Temperatur von 9° C. Drei Engerlingen gab ich als Nahrung Moosrasen *(Calliergonela cuspidata)*, zwei ließ ich nur im humosen Boden.
2. Drei Engerlinge mit Nahrung (Moosrasen) blieben 48 Stunden bei einer Temperatur von 21,6° C, dann 72 Stunden bei einer mittleren Temperatur von 16,9° C und schließlich in 9° C.

Die ersten vierzehn Tage wog ich die Engerlinge der beiden Versuchsanordnungen täglich, später jeden zweiten bis fünften Tag. Ich verfolgte die Gewichtsänderungen in der ersten Versuchsreihe 63 Tage lang, in der zweiten 46 Tage.

Der Versuch zeigte in beiden Reihen, daß die Engerlinge des 3. Stadiums von *Melolontha hippocastani* F. nach dem Überwintern nicht nur Nahrung *tief unter einer Temperatur von 11,5° C* aufnehmen können, sondern bei diesen Temperaturen auch ihr Gewicht erhöhen können. Auch bei der tiefsten Temperatur von 8,6° C kam es bei sechs der acht Engerlinge zu einer Gewichtszunahme. Daraus schließe ich, daß die Fähigkeit der Engerlinge von

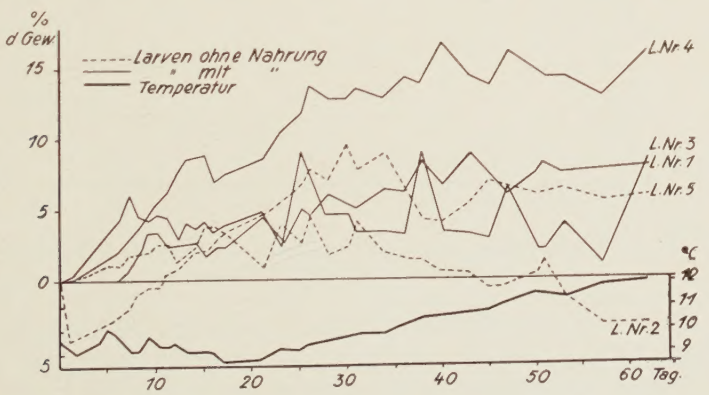


Abb. 1. Nahrungsaufnahme der Engerlinge des 3. Stadiums von *M. hippocastani* F. bei niedriger Temperatur (unter 11,5° C).

Melolontha hippocastani F., Nahrung zu sich zu nehmen, eng mit ihrer Fähigkeit zu aktiver Bewegung verknüpft ist, daß also beide, d. h. die Bewegung und die Nahrungsaufnahme bei der gleichen Temperatur beginnen. Dies gilt sicher für die feinen Humusreste im Boden, da der Engerling bei sei-

ner Bewegung ständig Boden, den er durchkriecht, in seinen Verdauungstrakt aufnimmt und aus ihm die verdaulichen Bestandteile auswählt. Das gleiche gilt aber offenbar auch für gröbere Nahrung (Wurzeln und Würzelchen), wie aus der graphischen Darstellung der ersten Versuchsreihe ersichtlich ist, wo stets die Engerlinge, denen Nahrung (Moosrasen) verabreicht wurde, eine größere Gewichtszunahme aufweisen als die Engerlinge aus dem Humus. (Aus der graphischen Darstellung des Versuchs von BEREZINA 1940 über die optimale Temperatur für die Gewichtszunahme des 2. Stadiums der Engerlinge von *M. hippocastani* F. geht hervor, daß diese Engerlinge bei einer Temperatur von 8 ° C im Verlauf von 45 Tagen ihr Gewicht um 18 % erhöhten; bei einer minimalen Mortalität — die Autorin fütterte aber mit gelben Rüben!).

Der Verlauf der Kurve in Abb. 1 zeigt deutlich, daß bei der Möglichkeit Nahrung nach dem Überwintern aufzunehmen, die Engerlinge während der ersten Tage viel intensiver fressen als später, und zwar unabhängig von der Temperatur (natürlich nur dann, wenn diese nicht unter die Bewegungsmöglichkeit sinkt). Aus dieser Abbildung ist auch eine weitere Gesetzmäßigkeit zu sehen, daß nämlich die Engerlinge von unterdurchschnittlichem Gewicht (Nr. 4 und Nr. 5) viel intensiver fressen als normale Engerlinge (Nr. 1, 2, 3). Die Abnahme der Gewichtszunahmen bei den Engerlingen in humosem Boden (Nr. 2 und 5), in der zweiten Hälfte des Versuches, ist durch den Verbrauch der im Boden vorhandenen verwertbaren Stoffe bedingt.

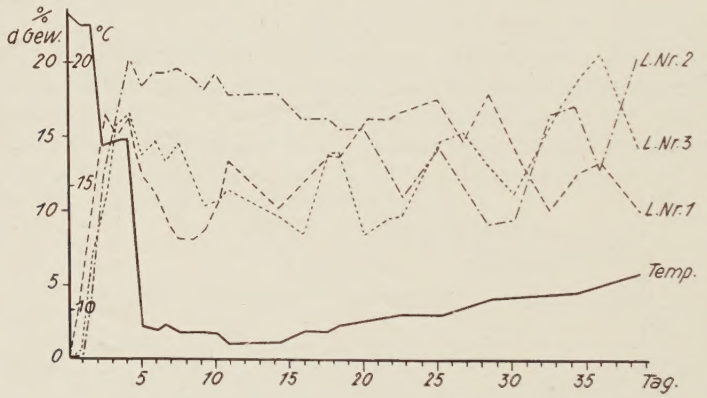


Abb. 2. Abhängigkeit der Nahrungsaufnahme der Engerlinge des 3. Stadiums von *M. hippocastani* F. von der Temperatur.

Abb. Nr. 2 veranschaulicht den 2. Versuch und zeigt die Abhängigkeit der Nahrungsaufnahme und die damit verbundene Erhöhung des Körpergewichts von der Temperatur unter normalen Feuchtigkeitsbedingungen. Bei Temperaturen von 21,5 ° C und 16,9 ° C stieg das Gewicht der Engerlinge innerhalb von fünf Tagen im Durchschnitt um 17,5 % gegenüber ihrem Ausgangsgewicht (der schwächste Engerling nahm am meisten zu). Bei einer Temperatur von 9 ° C sank das Gewicht der Engerlinge ein wenig, und später zeigten sich beträchtliche Schwankungen der Gewichtsabnahmen und -zunahmen, und erst nach 24—40 Tagen war das ursprüngliche Gewicht wieder erreicht; die Temperatur stieg hier nicht über 11,5 ° C.

Zusammenfassend läßt sich also sagen:

1. Der Engerling des 3. Stadiums von *Melolontha hippocastani* F. ist zur Nahrungsaufnahme befähigt, sobald ihm die Temperatur eine aktive Bewegung ermöglicht (ich setze voraus, daß dies für alle Stadien im Verlauf der Vegetationsperiode gilt). Diese Fähigkeit ermöglicht es den Engerlingen ihr Körpergewicht beim Aufstieg im Frühjahr und bei einem Sinken der Temperatur in der Vegetationsperiode zu erhalten oder zu erhöhen.
2. Die Engerlinge des 2. und 3. Stadiums von *Melolontha hippocastani* F. können auch bei einer Temperatur unter 10° C, selbst bei einem längeren Andauern dieser niedrigen Temperatur, einen Gewichtszuwachs erzielen (17–18 % in 40 Tagen).
3. Engerlinge von unterdurchschnittlichem Gewicht nehmen nach dem Überwintern viel intensiver Nahrung auf als normale Engerlinge.
4. Alle Engerlinge des 3. Stadiums nehmen nach dem Überwintern bei der gleichen Temperatur (und im ganzen unabhängig von ihr) in den ersten Tagen weit intensiver Nahrung auf als später.

III. Der Einfluß der relativen Luftfeuchtigkeit

Mit dem Einfluß der relativen Luftfeuchtigkeit auf die Engerlinge von Maikäfern beschäftigten sich nur Subklew 1936 und Berezina 1940.

Subklew arbeitete mit dem 3. Stadium der beiden gewöhnlichen Arten und gibt an, daß in ihrem Verhalten gegenüber der relativen Luftfeuchtigkeit kein Unterschied besteht. Er machte seine Versuche bei einer Temperatur von 17° C, und für diese Temperatur gelten auch seine Angaben über die Lebenslänge hungernder Engerlinge in verschiedenen relativen Feuchtigkeiten. In der Zusammenfassung führt er an, daß die Engerlinge eine relativ breite ökologische Valenz in bezug auf den Wassergehalt im Boden und in der Luft haben. Er bestimmt den Gesamtwassergehalt der Engerlinge von *Melolontha melolontha* L. mit 81,87 % des Gewichts. Bei einem Wasserverlust von 76 % stirbt der Engerling. Ein Mangel dieser Angaben ist, daß der Autor nichts über den physiologischen Zustand der Larven sagt, an denen er diese Bestimmungen machte. Der Gesamtwassergehalt im Körper unterliegt nämlich auch in ein und demselben Stadium Veränderungen, besonders wenn es sich um ein Stadium handelt, das überwintert (Buxton 1932). Sacharov 1930 gibt für das dritte Stadium von *Melolontha hippocastani* F., das am 2. April aus einer Tiefe von 100–150 cm ausgegraben wurde, einen Wassergehalt von 79,16 Gewichtsprozenten an.

Berezina 1940 verfolgte den Einfluß von vier verschiedenen relativen Feuchtigkeiten (20 %, 33 %, 76 %, 100 %) auf die Nahrungsaufnahme des 2. Stadiums von *Melolontha hippocastani* F. bei einer Temperatur von 17–20° C. Die Ergebnisse zeigten, daß im Verlauf des ganzen Versuches (42 Tage) nur Engerlinge in 100 % rel. Feuchtigkeit Nahrung aufnahmen; bei 76 % rel. Feuchtigkeit endete die Nahrungsaufnahme nach etwa 15 Tagen, und bei den beiden niedrigsten rel. Feuchtigkeiten nahmen die Engerlinge überhaupt keine Nahrung auf. (Die Autorin verwechselt, oder besser gesagt, identifiziert hier offenbar die zwei Begriffe von Nahrungsaufnahme und Gewichtszunahme.)

Zur Feststellung des Einflusses der relativen Luftfeuchtigkeit auf die Engerlinge des 3. Stadiums von *Melolontha hippocastani* F. machte ich zwei Versuche um

1. festzustellen, welches die optimale relative Luftfeuchtigkeit für Engerlinge des 3. Stadiums von *M. hippocastani* F. bei hoher und niedriger Temperatur ist (Indikator = Gewichtsabnahme). Welches ist der letale Wasserverlust bei genau definierten Engerlingen?
2. festzustellen, welches die optimale rel. Luftfeuchtigkeit für Engerlinge des 3. Stadiums von *M. hippocastani* F. bei hoher und niedriger Temperatur

ist (Indikator = Gewichtsabnahme). Welche Rolle spielt dabei die Möglichkeit zur Nahrungsaufnahme? Welches ist der letale Wasserverlust bei einem anderen physiologischen Zustand desselben Stadiums?

Material: 1. Versuch: 60 Engerlinge des 3. Stadiums von *M. hippocastani* F., ausgegraben am 19. 9. 1953 in Stará Boleslav in den oberen 5 cm. Engerlinge etwa zwanzig Tage vor dem Abstieg zur Überwinterung.

2. Versuch: 96 Engerlinge des 3. Stadiums von *M. hippocastani* F., ausgegraben am 13. 6. 1954 in Stará Boleslav in den oberen 5 cm. Engerlinge etwa zwanzig Tage vor dem Abstieg zur Verpuppung.

Methodik: Die Engerlinge kamen in improvisierte Hygrostaten, die aus Einsiedeflaschen von 1 Liter Inhalt mit Patentverschluß hergestellt wurden. Die eine konstante rel. Luftfeuchtigkeit erhaltenden Lösungen waren im 1. Versuch in gesonderten seichten Gefäßen von 7 × 4 cm und standen auf dem Flaschenboden. Die Versuchstiere konnten sich so auf der restlichen Fläche des Hygrostatenbodens frei bewegen, ohne mit den Lösungen in Berührung zu kommen.

Im 2. Versuch, bei dem die Engerlinge teils ohne und teils mit Nahrung (Moosrasen von *Calliergonela cuspidata)* waren, bedeckten die Lösungen 2 cm hoch den ganzen Hygrostatenboden. Die Engerlinge waren in 2,8 × 5 cm großen Eprouvetten untergebracht, die auf den Salzen standen. In jedem Hygrostaten befanden sich acht Engerlinge (vier ohne und vier mit Nahrung). Bei dem ersten Versuch wog ich die Engerlinge zehn Tage täglich und dann am fünfzehnten Tag. Bei dem zweiten Versuch wog ich die Engerlinge während zehn Tage jeden zweiten Tag und dann am fünfzehnten Tag. Beim Wiegen erneuerte ich die Nahrung der Engerlinge. Die beiden Versuche wurden parallel in zwei verschiedenen Temperaturen durchgeführt. Der erste Versuch bei schwankenden Temperaturen von im Mittel 20,14° C (die ersten fünf Tage ∅ 20,6° C, die nächsten fünf Tage ∅ 19° C, die letzten fünf Tage ∅ 16,5° C) und bei einer konstanten Temperatur von 13° C; der zweite Versuch bei schwankender Temperatur von im Mittel 22,4° C (die ersten fünf Tage ∅ 21,1° C, die nächsten fünf Tage ∅ 24° C, die letzten fünf Tage ∅ 22,1° C) mit einem Maximum von 25° C und einem Minimum von 19,3° C und bei einer konstanten Mitteltemperatur von 14° C mit einem Minimum von 13,3° C und einem Maximum von 14,8° C.

Für den ersten Versuch verwendete ich folgende Lösungen zur Erhaltung einer konstanten relativen Luftfeuchtigkeit: 10 % – KOH 52,38 %; 30 % – H_2SO_4 spez. Gew. 1,41; 50 % – KOH 33,55 %; 70 % – H_2SO_4 spez. Gew. 1,25; 75 % – ⊙ NaCl; 80 % – H_2SO_4 spez. Gew. 1,19; 86 % – ⊙ KCl; 90 % – H_2SO_4 spez. Gew. 1,125; 96 % – ⊙ K_2SO_4; 100 % – H_2O dest. Da sich Schwefelsäure bei der hohen relativen Luftfeuchtigkeit (90–98 %) nicht bewährte, verwendete ich bei der zweiten Durchführung des Versuchs folgende Lösungen (nach ZWÖLFER 1932): 17 % – ⊙ $ZnCl_2$; 32–33 % – ⊙ $CaCl_2$; 55–57 % – ⊙ $Ca(NO_3)_2$; 75–77 % – ⊙ NaCl; 96 % – ⊙ K_2SO_4; 100 % – H_2O dest.

Tabelle 4

Gewichtsabnahme der Engerlinge des 3. Stadiums von *M. hippocastani* F. vor dem Abstieg zur Überwinterung bei verschiedenen rel. Feuchtigkeiten und Temperatur von mehr als 20° C – 1. Versuch

rel. Feucht.	Tage 1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	15
10 %	20,6	33,1	44,4								
30 %	8,4	19,9	28,9	36	44						
50 %	9	13,8	18	22	25,5	27,5	29,8	31,7	37,5	38,6	45,9
70 %	4,2	6,2	8,9	11,4	14,7	16,3	19,4	22,2	24,7	26	33,7
75 %	3,7	6,8	9,1	10,6	12,5	14,8	17,1	19,1	22,3	23,4	28,9
86 %	0,4	2,0	3,2	4,6	6,3	7,8	9,7	11,0	12,2	13,0	17,3
90 %	1,3	1,9	2,6	2,7	5,6	5,8	5,9	5,9	6,7	8,0	13,5
96 %	7,9	9,2	10,8	9,6	7,8	7,8	7,9	8,0	8,0	7,6	9,3
100 %	15,0	20,7	20,7	19,3							

I. Versuch — Auswertung

Bei einer Temperatur von 20,14 ° C ist eine relative Luftfeuchtigkeit von 96 % am vorteilhaftesten, hier kommt es zum geringsten Gewichtsverlust (vgl. Tab. Nr. 4, Abb. Nr. 3). Eine rel. Feuchtigkeit von 100 % wirkt ebenso schädlich wie die niedrige Feuchtigkeit (10 %, 30 %). Die Engerlinge starben durch Austrocknen bei einem Gewichtsverlust von über 48 %, bei einer rel. Feuchtigkeit von 10 % am vierten Tag (Subklew nach 14 Tagen bei 17 ° C), bei einer rel. Feuchtigkeit von 30 % am sechsten Tag (Subklew bei 35 % nach 32 Tagen bei 17 ° C). Auch bei einer rel. Feuchtigkeit von 100 % starben die Engerlinge am fünften Tag, wobei der Gewichtsverlust etwa 20 % betrug. Für die Temperatur von 13 ° C fand sich eine rel. Feuchtigkeit von 100 % am vorteilhaftesten (vgl. Tab. 5 u. Abb. 4). Die Engerlinge starben durch Austrocknung bei einem Gewichtsverlust von über 47 %.

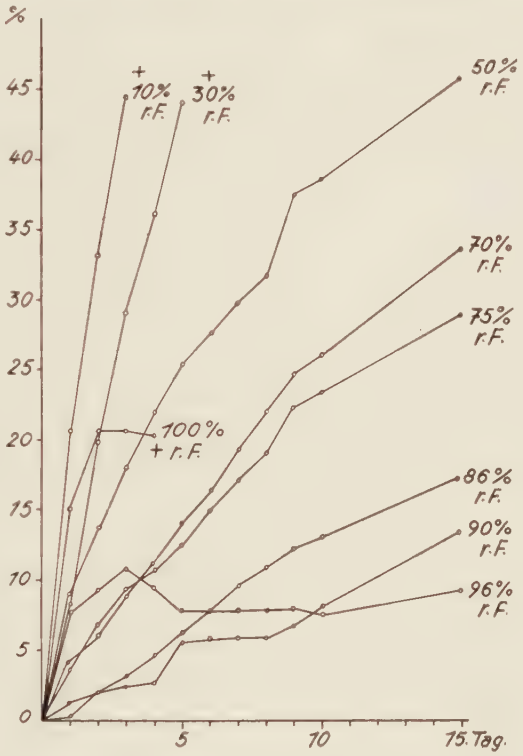


Abb. 3. Prozentuelle Gewichtsabnahme der Engerlinge des 3. Stadiums von *M. hippocastani* F., bedingt durch verschiedene rel. Luftfeuchtigkeit bei einer Temperatur von 20,6° C.

Tabelle 5

Gewichtsabnahme der Engerlinge des 3. Stadiums von *M. hippocastani* F. vor dem Abstieg zur Überwinterung bei verschiedenen rel. Feuchtigkeiten und Temperatur von 13 ° C. 1. Versuch

rel. Feucht.	Tage 1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	15
10 %	7,1	11,8	15,4	19,2	22,0	24,5	27,1	29,0	31,1	33,0	41,3
50 %	4,3	7,3	10,5	13,1	15,1	16,8	18,8	20,2	21,5	22,8	27,5
77 %	3,2	4,8	6,7	8,9	10,1	11,6	12,7	13,9	15,0	16,2	20,2
88 %	2,3	3,8	5,2	7,3	9,0	9,9	10,7	11,5	12,2	12,9	17,1
96 %	1,4	1,6	2,1	2,4	2,8	3,3	3,4	4,3	4,6	4,9	6,2
100 %	1,4	2,0	2,1	2,2	2,3	2,3	2,4	2,4	2,5	2,5	3,1

II. Versuch — Auswertung

Bei einer Temperatur von 22,4 ° C ist eine relative Luftfeuchtigkeit von 96 % am günstigsten, da es zum geringsten Gewichtsverlust kommt (vgl. Tab. 6). Eine rel. Feuchtigkeit von 100 % führte nicht zum Tode, sondern erwies sich

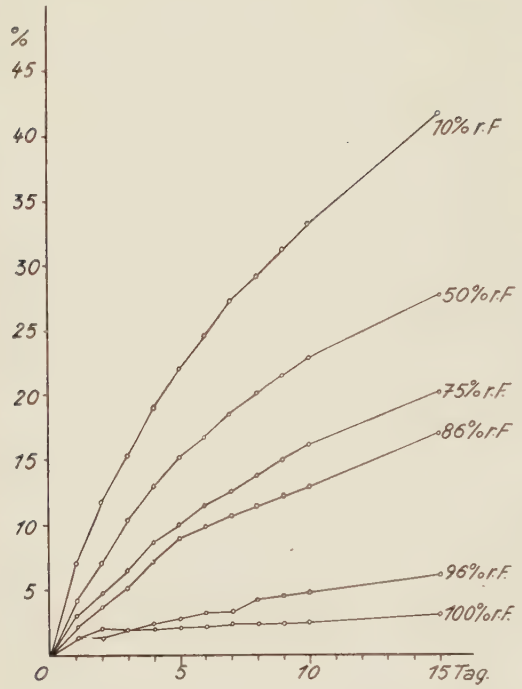


Abb. 4. Prozentuelle Gewichtsabnahme der Engerlinge des 3. Stadiums von *M. hippocastani* F., bedingt durch verschiedene rel. Luftfeuchtigkeit bei einer Temperatur von 13° C.

im Gegenteil als die zweitbeste. Tod durch Austrocknen trat nach 15 Tagen bei einem Gewichtsverlust von über 56—61 % bei zwei Engerlingen bei einer rel. Feuchtigkeit von 17 % und bei einem Engerling bei einer rel. Feuchtigkeit von 32 % ein. Für eine Temperatur von 14 ° C ist die günstigste rel. Feuchtigkeit 100 %. Hier kam es nicht zum Tod durch Austrocknen; der größte Gewichtsverlust betrug 48,4 %. Ich beobachtete den Einfluß der Nahrung bei verschiedenen relativen Feuchtigkeiten individuell an jedem Engerling; Tab. Nr. 3 zeigt die Ergebnisse für beide Temperaturen. Die Ergebnisse meiner Versuche bei einer Temperatur von 22,4 ° C stimmen mit denen von Berezina überein, nur daß bei einer rel. Feuchtigkeit von 32 % ein Engerling sein Gewicht[1] in den ersten zwei Tagen vergrößerte. Die anderen relativen Feuchtigkeiten, mit denen die genannte Autorin nicht arbeitete, fügen sich in die Gesamttendenz ein: je höher die relative Feuchtigkeit, um so länger die Möglichkeit einer Gewichtszunahme. Auch bei der tieferen Temperatur (14 ° C) zeigt sich dieselbe Tendenz. Die Fähigkeit einer Gewichtszunahme zeigt sich auch bei einer rel. Feuchtigkeit von 17 %, wenn auch nur in den ersten beiden Tagen.

Wenn wir unter Berücksichtigung der durch die niedrige rel. Feuchtigkeit (17 % — 75 %) verursachten Verluste den Einfluß der Nahrungsaufnahme bewerten, müssen wir feststellen, daß die Nahrung (selbstverständlich die natürliche, wie sie der Engerling in seinem Biotop hat — Berezina fütterte mit gelben Rüben!) bei Temperaturen über 20 ° C keinen großen Einfluß hat, sondern nur den Gewichtsverlust etwas abschwächt (vgl. Tab. Nr. 6). Bei der graphischen Darstellung dieser Sättigung mit Nahrung (vgl. Abb. Nr. 5) zeigt es sich von neuem deutlich, daß eine rel. Luftfeuchtigkeit von 100 % bei Temperaturen über 20 ° C nicht optimal ist und daß das Feuchtigkeitsoptimum etwas niedriger liegt.

Bei einer Temperatur von 14 ° C, die nach Berezina (1940) die untere Grenze des Optimums der Nahrungsaufnahme ist, können die Engerlinge

[1] Ich verwende ausdrücklich die Gewichtszunahme, was nicht dasselbe ist wie Nahrungsaufnahme, wie dies Berezina auffaßt. Die Engerlinge können Nahrung aufnehmen ohne ihr Gewicht zu erhöhen, weil die geringe relative Feuchtigkeit ihr Gewicht ständig verringert, so daß die Nahrung hier nur die Rolle eines mildernden Faktors spielt.

Tabelle 3

rel. Feucht.	Temperatur 14° C Von 4 Engerlingen zeigten Gewichtszunahme in den Tagen 0–2	2–4	4–6	6–8	8–10	10–15
17 %	3	–	–	–	–	–
33 %	–	1	1	1	–	–
57 %	2	–	–	2	–	–
77 %	3	1	3	2	–	1
96 %	1	1	–	1	1	–
100 %	–	–	1	2	3	–

rel. Feucht.	Temperatur 22,4° C Von 4 Engerlingen zeigten Gewichtszunahme in den Tagen 0–2	2–4	4–6	6–8	8–10	10–15
17 %	–	–	–	–	–	–
32 %	1	–	–	–	–	–
55 %	–	1	–	–	–	–
75 %	–	1	2	–	1	–
96 %	–	–	1	1	–	–
100 %	2	–	1	2	2	1

des 3. Stadiums von *Melolontha hippocastani* F. (vor dem Abstieg zum Verpuppen) einen beträchtlichen Teil des durch niedrige relative Feuchtigkeiten verursachten Gewichtsverlustes durch die Nahrung ersetzen. In einem Zeitraum von zehn Tagen konnten sie bei den niedrigsten relativen Feuchtigkeiten von 17 % und 32 % die Hälfte des Gewichtsverlustes ersetzen. In der gleichen Zeit bei einer rel. Feuchtigkeit von 57 % zwei Drittel des Gewichtsverlustes und bei einer rel. Feuchtigkeit von 77 % sogar 86 % dieses Verlustes. Ich kann also nicht bestätigen, daß die Engerlinge bei niedrigen relativen Feuchtigkeiten keine Nahrung aufnehmen können, wie Berezina (1940) behauptet. Die Engerlinge sind in der Lage, auch bei einer rel. Feuchtigkeit von 17 % und einer Temperatur von mehr als 20 ° C Nahrung aufzunehmen, aber infolge des ungeheuren Wasserentzugs kommt diese in einer Gewichtszunahme zum Ausdruck.

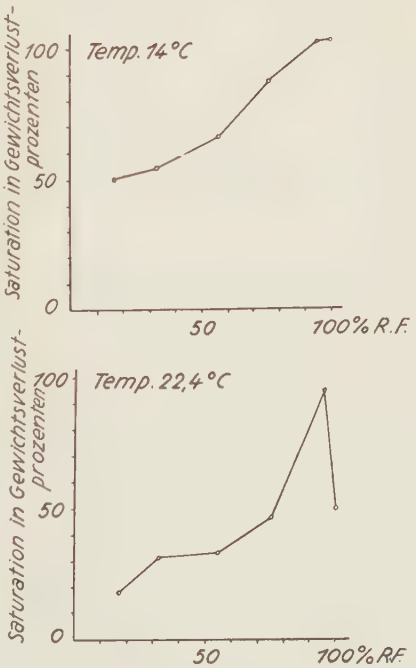


Abb. 5. Prozentuelle Saturation der durch verschiedene rel. Luftfeuchtigkeit bedingte Gewichtsverlust mit der Nahrung.

Beim Vergleich der beiden Versuche sehen wir, daß bei nicht gefütterten Larven die gleichen Ergebnisse bei niedrigen Temperaturen erzielt wurden (Tab. 5 u. Tab. 6 oben). Bei höhe-

Tabelle 6

Gewichtsabnahme der Engerlinge des 3. Stadiums von *M. hippocastani* F. vor dem Abstieg zur Verpuppung bei verschiedenen relativen Luftfeuchtigkeiten – 2. Versuch

rel. Feucht.	ohne / mit Nahrung	Temperatur 14 ° C Tage 2	4	6	8	10	15 [1]
17 %		5,0	10,7	18,6	24,1	29,4	40,5
		0,4	1,8	4,0	7,2	14,4	
33 %		6,3	11,0	16,4	20,3	24,2	33,7
		3,2	5,3	6,0	6,4	11,3	
57 %		4,1	6,5	7,6	11,7	15,6	23,0
		0,4	3,4	4,5	4,6	5,4	
77 %		3,4	5,9	7,9	10,5	13,1	20,2
		0,9	0,9	0,4	0,2	1,8	
96 %		3,4	2,9	2,8	3,2	3,6	6,1
		1,4	2,4	3,5	4,3	4,2	
100 %		3,1	2,5	1,5	2,4	2,0	3,3
		1,7	2,5	3,0	4,3	3,7	
		Temperatur 22,4 ° C Tage 2	4	6	8	10	15 [1]
17 %		13,7	22,2	29,6	36,9	44,3	58,0
		3,4	10,3	17,0	24,6	36,2	
32 %		11,1	17,3	23,4	30,8	38,1	52,7
		3,0	7,4	12,6	17,5	26,1	
55 %		8,9	14,2	20,7	25,5	31,1	42,9
		3,3	5,5	10,6	14,9	20,8	
75 %		10,6	12,0	16,8	22,6	28,0	42,0
		5,5	8,4	10,6	13,8	15,1	
96 %		3,3	4,7	4,8	5,5	6,1	8,8
		2,9	2,9	3,5	4,6	5,8	
100 %		6,0	9,1	9,0	9,4	9,8	13,1
		1,3	5,3	5,6	4,8	5,1	

[1] Da zwischen dem 10. und 15. Tag die Nahrung nicht erneuert wurde, führe ich die Ergebnisse für die Engerlinge mit Nahrung nicht an, weil sie bei niedrigen Luftfeuchtigkeiten stark verzerrt sind.

ren Temperaturen ist die Tendenz die gleiche, aber die Gewichtsabnahmen sind im zweiten Versuch größer und die Reaktion der Engerlinge auf eine rel. Feuchtigkeit von 100 % anders (Tab. 4 u. 6 unten). Dies ist sicherlich durch den verschiedenen physiologischen Zustand der Engerlinge in beiden Versuchen bedingt. Die quantitative Mortalität bei einer rel. Feuchtigkeit von 100 % und die geringere Gewichtsabnahme beim Tod durch Austrocknen (um 8—13 %) der Engerlinge im ersten Versuch lassen sich dadurch erklären, daß ich mit Engerlingen arbeitete, die 20 Tage vor dem Abstieg zum Überwintern waren und daher eine Tendenz zur Wasserabgabe hatten (Sacharow 1930), Buxton 1932). Eine rel. Feuchtigkeit von 100 % bei einer Temperatur von 20 ° C wirkte daher auf sie äußerst vernichtend, und infolge des geringeren Prozentsatzes von Wasser in den Geweben war auch die Gewichtsabnahme beim Austrocknen (d. h. praktisch die Wasserabnahme) geringer (die Wasserabnahme ist sicher auch von dem zunehmenden Fettkörper abhängig). Es ist sicher, daß im zweiten Versuch auch die höhere Gesamttemperatur zur Erhöhung der Werte beitrug.

Aus den beiden Versuchen geht hervor:

1. Bei den unter normalen Verhältnissen in Betracht kommenden Temperaturen ist für die Engerlinge des 3. Stadiums von *Melolontha hippocastani* F. eine relative Luftfeuchtigkeit von 100 % optimal.
2. Bei Temperaturen von mehr als 20° C ist diese Temperatur nicht das Optimum, sondern ist für Engerlinge vor ihrem Abstieg zum Überwintern schädlich. Die optimale rel. Feuchtigkeit liegt für diese Temperaturen bei rund 96 % Luftfeuchtigkeit.
3. Tod der Engerlinge durch Austrocknen erfolgt bei einem gewissen Wasserverlust, der für verschiedene physiologische Zustände der Engerlinge auch desselben Stadiums verschieden ist. Für Engerlinge des 3. Stadiums von *Melolontha hippocastani* F. beträgt dieser kritische Wasserverlust etwa 47—48 % des Gesamtgewichts für Engerlinge vor dem Überwintern, 56—61 % des Gesamtgewichts bei Engerlingen vor dem Abstieg zum Verpuppen.
4. Bei niedriger relativer Luftfeuchtigkeit (17—77 %) und Temperaturen von mehr als 20° C kann eine adequate Nahrung der Engerlinge von *Melolontha hippocastani* F. den durch diese relative Feuchtigkeit verursachten Wasserverlust nicht ersetzen. Bei einer Temperatur von 14° C kann dieser Verlust, wenn die ungünstigen Verhältnisse nicht länger als zehn Tage andauern, zu einem beträchtlichen Ausmaß durch die natürliche Nahrung der Engerlinge ausgeglichen werden.

IV. Der Einfluß von CO_2

Beim Überwintern der Engerlinge in tieferen Bodenschichten (vor allem beim Gefrieren der oberen Schicht) oder unter extremen Bedingungen während der Vegetationsperiode, kann es zeitweise zu einer erhöhten Konzentration von CO_2 in der Bodenatmosphäre kommen. —

Portier und Rorthay (1926) äußerten die Vermutung, daß die meisten Bodeninsekten zeitweise anaerobe Bedingungen und einen erhöhten Gehalt an CO_2 in der Bodenatmosphäre ertragen können. Über die Resistenz der Bodeninsekten gegen eine erhöhte Konzentration von CO_2, eventuell gegen anaerobe Bedingungen im Boden, finden sich wenige konkrete Angaben.

Fidler gibt an, daß die Larven von *Serica brunnea* L. (*Col. Scarabaeidae*) in einer CO_2-Atmosphäre bei einer Temperatur von 5° C fünf bis acht Tage lebten.

Giljarov stellte fest, daß die Larven der Gattung *Agriotes* (*Col. Elateridae*) bei einer Temperatur von 15–17° C 30 Stunden in einer solchen Atmosphäre leben können.

Kozancikov wies durch Versuche nach, daß die Larven von *Amphimallus solstitialis* L. (*Col. Scarabaeidae*) unter Verhältnissen ohne Sauerstoff bei 20° C 24 Stunden, bei 2° C länger als eine Woche am Leben bleiben.

Zur Feststellung des Überlebens von Engerlingen des dritten Stadiums von *Melolontha hippocastani* F. in einer CO_2-Atmosphäre in Abhängigkeit von der Temperatur machte ich folgenden Versuch:

Material: Engerlinge des 3. Stadiums von *Melolontha hippocastani* F., ausgegraben am 24. 5. 1954 in Stará Boleslav.

Methodik: Je drei Engerlinge brachte ich in einen Erlenmeyer-Kolben von 250 ccm, und aus einem Kippapparat wurde 5–6 Minuten CO_2 zugeführt, das zur Beseitigung von möglichem H_2S mit $CuSO_4$ durchsprudelt wurde. Die Kolben wurden mit Gummistöpseln verschlossen und zwei verschiedenen Temperaturen ausgesetzt, und zwar einer nicht schwankenden Mitteltemperatur von 12,2° C (11,6–13° C) und einer schwankenden Durchschnittstemperatur von 19,5° C (16–25° C). Der Versuch in einer Temperatur von 12,2° C dauerte

zehn Tage, der Versuch bei 19,5° C fünf Tage. Jeden Tag nahm ich je einen Kolben aus beiden Temperaturen und untersuchte den Zustand der Engerlinge (die Engerlinge wurden bei normaler Zimmertemperatur in Petrischalen mit angefeuchtetem Lehm gebracht)

Tabelle 7

zeigt die Ergebnisse dieses Versuchs:

Temperatur in ° C	bei Beginn des Versuchs	Zahl der lebenden Engerlinge am 1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10. Tag
12,2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
19,5	3	3	3	3	3	2					

Bei einer Temperatur von 12° C waren die Engerlinge auch nach zehn Tagen alle am Leben. Das Gewicht der Engerlinge änderte sich im Verlauf des ganzen Versuchs nicht wesentlich (es sank etwas durch Kotabgabe). Nach einer zweitätigen Einwirkung von CO_2 kamen die Engerlinge nach $3^1/_2$ Stunden, nach einer dreitägigen nach fünf Stunden zu sich.

Bei einer Temperatur von 19,5° C waren noch nach vier Tagen alle Engerlinge am Leben, nach fünf Tagen waren von drei einer tot. Auch bei dieser Temperatur änderte sich das Gewicht der Engerlinge im Verlauf des Versuchs im ganzen nicht. Das Zusichkommen der Engerlinge dauerte länger als bei der niedrigeren Temperatur. Engerlinge, die 24 Stunden in der CO_2-Atmosphäre gewesen waren, kamen erst nach acht Stunden, nach viertägigem Aufenthalt nach 30 Stunden und nach fünftägigem Aufenthalt nach 48 Stunden zu sich.

Wir können also zusammenfassend sagen, daß eine sehr hohe Konzentration von CO_2 in der Bodenatmosphäre für die Engerlinge des 3. Stadiums von *Melolontha hippocastani* F. zumindest während einer Zeitspanne von zehn Tagen bei einer Temperatur bis zu 13° C, keine tödliche Gefahr ist (diese Temperatur wird im Sandboden des Kiefernwaldes in der Zeit von Oktober bis Mai nicht überschritten). Das gleiche gilt bei einer Temperatur um 20° C für eine Zeit von vier bis fünf Tagen.

Zusammenfassung

1. Der Aufstieg der Engerlinge im Frühjahr ist von der Bodentemperatur abhängig und wird vom 2. Stadium früher als vom 1. Stadium beendet. Trifft der Engerling beim Aufstieg auf Nahrung, so setzt er diesen erst fort, nachdem er sie aufgefressen hat. Der Aufstieg ist also temperaturbedingt und wird später von Ernährungsfaktoren beeinflußt.

2. Die Engerlinge des 3. Stadiums von *M. hippocastani* F. sind zur Nahrungsaufnahme befähigt, sobald eine aktive Bewegung möglich ist. Diese Fähigkeit ermöglicht es den Engerlingen beim Aufstieg und bei Temperaturstürzen während der Vegetationsperiode ihr Körpergewicht zu erhalten oder zu erhöhen. Auch bei länger andauernden Temperaturen unter 10° C kann ein Gewichtszuwachs erzielt werden (17—18 % in 40 Tagen). Die Nahrungsaufnahme ist in den ersten Tagen nach Verlassen der Winterquartiere am größten.

3. Unter normalen Temperaturverhältnissen ist für die Engerlinge des 3. Stadiums eine rel. Luftfeuchtigkeit von 100 % optimal. Temperaturen über 20° C mit 100 %iger rel. Luftfeuchtigkeit kombiniert sind für Engerlinge vor ihrem Abstieg zum Überwintern schädlich. Hier liegt die optimale rel. Luftfeuchtigkeit bei 96 %. Ein bestimmter Wasserentzug durch zu trokkene Umgebung der Engerlinge führt zum Tod. Dieser ist für die verschiedenen physiologischen Zustände des gleichen Stadiums von unterschiedlichem Wert. Vor dem Überwintern beträgt der kritische Wasserverlust bei Engerlingen des 3. Stadiums etwa 47—48 %, vor dem Abstieg zur Verpuppung 56—61 % des Gesamtgewichtes. Bei Temperaturen über 20° C und rel. Luftfeuchtigkeiten von 17—77 % kann die Nahrung den Wasserverlust nicht mehr ersetzen. Ein Ausgleich des Wasserhaushaltes ist bei einer Temperatur von 14° C durch die Nahrung möglich, wenn diese Temperatur nicht länger als 10 Tage andauert.

4. Eine sehr hohe CO_2-Konzentration im Boden kann von den Engerlingen des 3. Stadiums bei einer Temperatur von 13° C mindestens 10 Tage, bei einer Temperatur von 20° C etwa 4—5 Tage ohne Schädigung ertragen werden. Temperaturen über 13° C werden aber im Sandboden des Kiefernwaldes von Oktober bis Mai nicht erreicht.

Summary

1. The ascent of the Cockchafer grub in Spring depends on the soil temperature and is completed in the 2nd. instar earlier than in the 1st. If the grub reaches food during the ascent, it continues only after it has eaten. The ascent is therefore conditioned by temperature and later influenced by food.

2. 3rd. instar larvae of M. hippocastani F. are able to feed as soon as active movement is possible. This makes it possible for the larva to maintain or increase its body weight during the ascent and during cold spells in the vegetative period. Increase in weight can also take place during longer periods with temperatures below 10° C. (17—18 % in 40 days). Food consumption is greatest in the first few days after leaving hibernation.

3. At normal temperatures, a humidity of 100 % is optimum for 3rd. instar larvae. Temperatures of more than 20° C. with a humidity of 100 % are injurious to the larvae before their descent for hibernation. Here the optimum humidity is 96 %. A certain water loss due to a dry environment leads to death. This varies in the same instar according to the physiological condition. Before hibernation, the critical water loss for 3rd. instar larvae is 47—48 % of total body weight, before descending for pupation, 56—61 %. At temperatures of more than 20° C. and humidities of 17—77 %, food can no longer compensate for water loss. Balancing of the water economy by feeding is possible at 14° C. if this temperature does not persist for more than 10 days.

4. The 3rd. instar larvae can endure a very high concentration of CO_2 in the soil for at least 10 days at 13° C. and some 4—5 days at 20° C., without injury. Temperatures above 13° C. are, however, not reached from October to May in the sandy soil of pine woods.

Literatur

1. Berezina, V. M., 1940: Vlijanije gidrotermičeskich uslovij na vertikalnuju migraciju ličinok vostočnogo chrušča. Věst. zašč. rast. 1940. Nr. 5: 43–56, Moskva–Leningrad.
2. Bodenheimer, F. S., 1931: Über die Temperaturabhängigkeit von Insekten. III. Die Beziehung der Vorzugstemperatur zur Luftfeuchtigkeit der Umgebung. Z. vergl. Physiol. 13: 741–747, Berlin.
3. Bodenheimer, F. S., 1932: Über die Luftfeuchtigkeit der Umgebung, Gewichtsverlust und Lebensdauer. Zool. Anz. 98: 313–317, Leipzig.
4. Buxton, P. A., 1932: Terrestrial insects and the humidity of the enviroment. Biol. Rew. 7: 275–320, London.
5. Ené, M. I., 1942: Experimentaluntersuchungen über das Verhalten des Maikäferengerlings *Melolontha* sp. Z. f. ang. Ent. 29: 529–600, Berlin.
6. Giljarov, M. S., 1949: Osobennosti počvy kak sredi obytanija i jejo značenije v evoluciji nasekomych, Moskva–Leningrad.
7. Hochrainer, H., 1942: Der Wassergehalt bei Insekten und die Faktoren, die denselben bestimmen. Zool. Jahrb. Abt. Allg. Zool. Physiol. d. Tiere 60: 387–436, Jena.
8. Hůrka, K., 1955: Svlékání larev *Melolontha hippocastani* F. Die Häutung der Engerlinge des *Melolontha hippocastani* F. Universitas Carolina Biologica 1 (2): 131–142, Praha.
9. Hůrka, K., 1955: Příspěvek k bionomii a ekologii larev chrousta madalového *Melolontha hippocastani* F. Beitrag zur Bionomie und Ökologie der Waldmaikäferengerlinge *Melolontha hippocastani* F. Zool. a. Ent. listy 4 (18): 239–256, Brno.
10. Hůrka, K., 1956: Experimentaluntersuchungen zur Überschwemmung der Waldmaikäferengerlinge *(Melolontha hippocastani* F.). Beitr. z. Ent. 6: 13–17, Berlin.
11. Kienitz, M., 1892: Beiträge zur Kenntnis der Entwicklung des Maikäfers. Z. f. Forst- und Jagdwesen 24: 99–109, Berlin.
12. Ledebur, J., 1939: Der Sauerstoff als ökologischer Faktor. Erg. d. Biol. 16: 173–261, Berlin.
13. Portier, Rorthays, 1926: Sur la composition chimique de l'atmosphère interne de cocons de Bombyx mori. C. R. Soc. Biol. 95: 1394–1395, Paris.
14. Sacharov, N. L., 1930: Studies in cold restistence of insects. Ecology 11: 505–517, N. Y. Brooklyn.
15. Schwerdtfeger, F., 1939: Untersuchungen über die Wanderung des Maikäferengerlings. Z. f. ang. Ent. 26: 215–252, Berlin.
16. Subklew, W., 1936: Beziehung zwischen der Lebensfähigkeit der Larven von *Melolontha melolontha* L. und *Melolontha hippocastani* F. und dem Salzgehalt des Außenmediums. Z. F. Forst- u. Jagdwesen 68: 145–162, Berlin.
17. Zwölfer, W., 1932: Methoden zur Regulierung von Temperatur und Luftfeuchtigkeit. Z. f. ang. Ent. 19: 497–513, Berlin.

Aus dem Institut für Pflanzenpathologie und Pflanzenschutz der Universität Göttingen — Direktor: Prof. Dr. W. H. Fuchs

Die Milbenfauna eines Ackerbodens und ihre Beeinflussung durch Pflanzenschutzmittel

II. Teil: Der Einfluß von Pflanzenschutzmitteln

Von Hans-Henning Baring* [1]

Inhalt: 1. Versuchsanordnung – 2. Bodenbehandlung – 3. Allgemeine Wirkung – 4. Beeinflussung der einzelnen Milbenformen durch die Bodenbehandlung – Versuch 1952 – Versuch 1953 – Vergleich der Beobachtungen 1952 und 1953 – Die Abhängigkeit der Mittelwirkung von der Tiefenschichtung der Milben – 5. Statistische Auswertung der Ergebnisse – 6. Orientierende Untersuchungen mit weiteren Bodenentseuchungsmitteln – 7. Die Wirkung von Pflanzenschutzmitteln auf die Milbenfauna des Stallmistes – 8. Diskussion der Ergebnisse – Schlußbetrachtung – Zusammenfassung – Literatur

1. Versuchsanordnung

Auf zwei intensiv genutzten Ackerflächen im Leinetal wurden verschiedene Pflanzenschutzmittel ausgebracht, um ihren Einfluß auf die Milbenfauna des Bodens einer eingehenden Untersuchung nach den früher beschriebenen Verfahren (1) zu unterziehen.

Als Versuchsanordnung erwies sich das im Feldversuch gebräuchliche lateinische Quadrat am zweckmäßigsten. Zur Bodenbehandlung wurden nachfolgende Wirkstoffe verwendet:

1. Kontrolle
2. Gamma-Hexachlorcyclohexan (Streumittel)
3. Techn. Hexachlorcyclohexan (Streumittel)
4. Diäthyl-p-Nitrophenyl-Thiophosphat (Stäubemittel)
5. Dichlor-Diphenyl-Trichloräthan
   + Gamma-Hexachlorcyclohexan (Stäubemittel)

In fünfmaliger Wiederkehr auf einer Gesamtfläche von nahezu einem Hektar stehen inmitten der beschriebenen Ackerfläche für jedes Versuchsglied 500 qm Untersuchungsfläche zur Verfügung.

Die Versuchsparzellen sind voneinander durch gleich große Flächen getrennt. Damit sollte eine gegenseitige Beeinflussung unterbunden werden, vornehmlich aber von hier aus die Möglichkeit einer Wiederbesiedelung behandelter Parzellen gegeben sein. Zudem konnte bei dieser Anordnung im Jahr 1953 die Untersuchung nach einer zweiten Bodenbehandlung auf den

* Göttinger Dissertation 1955, abgeschlossen am 24. Februar 1955.

[1] Der Deutschen Forschungsgemeinschaft gebührt mein besonderer Dank für die Unterstützung der Versuche.

gleichen Bodenverhältnissen wiederholt werden, während auf den 1952 behandelten Flächen die Untersuchung der Nachwirkung erfolgte.

Der mit dieser Versuchsanordnung verbundene Aufwand wurde bewußt in Kauf genommen, um erstens durch Nebeneinflüsse möglichst wenig gestörte Ergebnisse zu erhalten und diese zweitens mit statistischen Methoden überprüfen zu können. Es war unsere Absicht, hierdurch einen Beitrag zur Methodik der Untersuchung der Bodenfauna landwirtschaftlicher Kulturflächen zu liefern, da die bisher vorliegenden Untersuchungen mit ähnlicher Zielsetzung zu mancherlei Bedenken in methodischer Hinsicht Anlaß gaben.

Ein anderer Versuch auf der zweiten Ackerfläche sollte ausschließlich orientierende Bedeutung besitzen. Daher wurde eine Parzellengröße von nur 1 qm gewählt und auf die Wiederholung der Versuchsglieder verzichtet. Außer mit den im Hauptversuch auf der zweiten Ackerfläche angewendeten Mitteln erfolgte hier eine weitere Bodenbehandlung mit zwei Streupräparaten sowie 6 flüssigen Bodenentseuchungsmitteln:

I. Kontrolle
II. Chlordan-Gamma-Hexachlorcyclohexan (Streupräp.)
III. Dichlorpropan-Dichlorpropylen
IV. Chlorpikrin
V. Dibromäthan
VI. β, β-Dichloräthyläther
VII. Dichloräthan
VIII. Butylchlorid
IX. Chlordan-techn. Hexachlorcyclohexan (Streupräp.)
X. Gamma-Hexachlorcyclohexan (Streumittel)
XI. Techn. Hexachlorcyclohexan (Streumittel)
XII. Diäthyl-p-Nitrophenyl-Thiophosphat (Stäubepräp.)
XIII. Dichlor-Diphenyl-Trichloräthan + Gamma-Hexachlorcyclohexan (Stäubepräp.)

Aus versuchstechnischen Gründen konnte die Einwirkung auf die Milbenfauna nur auf den Parzellen I—VII untersucht werden. Um gleichzeitig Anhaltspunkte für die Wirksamkeit der Aufwandmengen sämtlicher Wirksubstanzen gegen Pflanzenschädlinge zu bekommen, wurden vor der Behandlung in jede Parzelle Gazekäfige von 50 cm Durchmesser und 50 cm Tiefe eingegraben und mit je 10 *Melolontha*-Engerlingen des dritten Larvenstadiums beschickt. Da hierbei zwangsläufig die Vegetation entfernt werden mußte, wurde anschließend jeder Käfig mit fünf Zuckerrüben bepflanzt.

Die Wirkung der Pflanzenschutzmittel auf die Milbenfauna wurde für jeden Versuch getrennt untersucht und dargestellt.

2. Bodenbehandlung

Die erste Bodenbehandlung auf Feld 1, auf den im lateinischen Quadrat angeordneten Parzellen, erfolgte am 30. 7. 1952. Alle angegebenen Pflanzenschutzmittel (zur Anwendung gelangten handelsübliche Pflanzenschutzmittel) wurden in einer Dosierung von 150 kg/ha mittels eines Rückenverstäubers der Fa. Platz auf die Bodenoberfläche gestreut und im Anschluß daran sofort mit der Hand etwa 3 cm tief eingehackt. Da die mechanische Bearbeitung ihrerseits einen Einfluß auf die Milbenfauna darstellte, hierdurch aber kein willkürlicher Fehler in den Versuch gebracht werden durfte, wurde die Hackarbeit ebenfalls auf den Kontrollparzellen vorgenommen.

Im folgenden Jahr, am 25. 3. 1953, wurde eine nochmalige Bodenbehandlung mit den gleichen Mitteln und der gleichen Aufwandmenge auf den Parzellen des dafür bestimmten zweiten lateinischen Quadrates durchgeführt. Hier erwies sich der Rückenverstäuber als ungeeignet, da auf dem freien Feld, besonders bei den staubförmigen Präparaten, die Gefahr bestand, daß sie während des Ausbringens vom Wind in Randparzellen getragen wurden. Daher wurden die Mittel vorsichtig mit der Hand gestreut. Um eine Angleichung an die in der Praxis übliche Einbringung der Wirkstoffe herbeizuführen, wurde in diesem Fall auf die Hacke verzichtet. Die Einarbeitung mit einer leichten Egge erfolgte jedoch erst 8 Tage nach Ausbringung der Pflanzenschutzmittel im Zuge der Pflegearbeiten auf dem bestellten Feld.

Die Behandlung der Versuchsparzellen auf Feld 2 wurde am 2. 8. 1952 vorgenommen. Sämtliche angegebenen Streu- bzw. Stäubemittel wurden in ihrer Aufwandmenge wiederum auf eine Gabe von 150 kg/ha bezogen und sofort nach dem Ausstreuen mit der Hand auf etwa 3 cm Tiefe eingehackt. Die flüssigen Bodenentseuchungsmittel wurden mit Hilfe eines Injektors der Fa. Shell in den Boden eingebracht. Tabelle 1 gibt einen Überblick über die Gesamtwirkstoffmengen pro qm a, die Wirkstoffmengen je Einstich b, die Abstände von Einstich zu Einstich c, sowie die Einbringungstiefen d.

Tabelle 1

Bodenentseuchungsmittel	a	b	c	d
Dichlorpropan-Dichlorpropylen	70 ccm	5 ccm	38 cm	15 cm
Chlorpikrin	69 ccm	3 ccm	25 cm	10 cm
Dibromäthan	138 ccm 20%ig	6 ccm	25 cm	15 cm
Dichloräthyläther	115 ccm 50%ig	5 ccm	25 cm	10 cm
Dichloräthan	345 ccm	15 ccm	25 cm	10 cm
Butylchlorid	345 ccm	15 ccm	25 cm	10 cm

Die Werte wurden auf Empfehlung der Firmen gewählt bzw. dem Handbuch der Pflanzenkrankheiten (Bodenentseuchung) entnommen.

Um ein alsbaldiges Entweichen der mehr oder weniger schnell in die Gasphase übertretenden Verbindungen zu verhindern, wurde jede Parzelle mit 25 Liter Wasser zugeschlämmt.

3. Allgemeine Wirkung

Die zur Behandlung der Versuchsparzellen auf Feld 1 herangezogenen Pflanzenschutzmittel sind als Insektizide auf synthetisch-organischer Grundlage hinreichend bekannt. In diesem Zusammenhang ist jedoch zu erwähnen, daß vorliegende Wirkstoffe (z. B. DDT und E 605) neben ihren insektiziden ebenfalls acarizide Eigenschaften besitzen. So werden z. B. mit E 605 gegen Tetranychus-Arten, welche als Schädlinge in Obstkulturen auftreten, gute Bekämpfungserfolge erzielt (3). E 605 besitzt in diesem Fall sogar eine beachtliche acariovizide Wirkung. In den nachfolgenden Ausführungen ist nun eingehend zu untersuchen, ob die im Boden des Feldes 1 auftretenden Milben durch die ausgebrachten Pflanzenschutzmittel beeinflußt werden, wie stark diese Beeinflussung ist und über welchen Zeitraum sie sich erstreckt. Da sich

erhebliche Unterschiede in der Beeinflussung der einzelnen Unterordnungen erkennen ließen, werden diese bereits im folgenden getrennt betrachtet.

Der Behandlungszeitpunkt im Sommer 1952 erwies sich für die Ausbringung günstig, weil einmal die Rübenreihen guten Anhaltspunkt für eine lückenlose Behandlung der Parzellen boten und zum anderen jedes Mittel, infolge Fehlens von Luftströmungen unter der geschlossenen Blattdecke, in der angegebenen Dosierung auf den Boden und durch sofortige Hackarbeit in die obere Schicht desselben gelangte.

Bei der Ausgangsuntersuchung von Feld 1 am 18. 5. 52, bei welcher auch die später behandelten Parzellen untersucht wurden, zeigten vor allem die *Trombidiformes* hohe Besatzzahlen (Abb. 1). Auf die starke Streuung der Besatzzahlen gerade bei dieser Analyse, welche wohl auf die Durchmischung des Bodens mit kaum verrotteten Stallmistpaketen zurückzuführen ist, wurde bereits früher (1) hingewiesen.

Unmittelbar nach der Behandlung des Bodens wurde die Besatzzahl aller Milbenunterordnungen, vor allem auch die der *Trombidiformes*, stark reduziert (Abb. 2—4)[2].

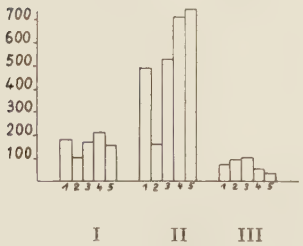


Abb. 1. I *Parasitiformes;* II *Trombidiformes;* III *Sarcoptiformes.* Gesamtmilbenbesatz am 18. 5. 52 auf Feld 1. Die Säulen geben die Besatzzahlen von jeweils 5 gleichbehandelten Parzellen an, die entsprechend den Ziffern im lateinischen Quadrat angeordnet sind. Die Werte beziehen sich auf ein Bodenvolumen von 5000 ccm

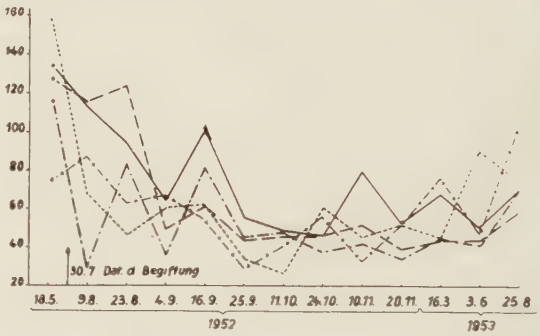


Abb. 2. Parasitiformes

———————— Kontrolle
+ — + — + — Gamma-Hexachlorcyclopexan (in Abb. schwer erkennbar)
— — — — — Techn. Hexachlorcyclohexan
---------- Diäthyl-p-Nitrophenyl-Thiophosphat
— : — · — · — Dichlor-Diphenyl-Trichloräthan + Gamma-Hexachlorcyclohexan

Während beim E 605 die Anfangswirkung auf *Parasitiformes* und *Sarcoptiformes* stärker hervortritt als beim Lindan und HCH, ist diese auf die *Trombidiformes* am geringsten. Die stärkste Initialwirkung auf die Besatzzahlen sämtlicher Unterordnungen zeigt das Kombinationspräparat Lindan+DDT.

Die Wirkung des HCH setzte sich anfangs nur schwach durch; bei den *Parasitiformes* tritt sie in den ersten Wochen nach der Behandlung überhaupt nicht in Erscheinung. Das Kombinationspräparat Lindan+DDT bewirkte zwar anfänglich eine starke Depression der gesamten Milbenfauna, jedoch wurden im Verlauf der Untersuchungen von August bis Mitte September wieder höhere Individuenzahlen auf den betreffenden Parzellen gefunden.

[2] Aus Gründen der Vereinfachung sind die chemischen Wirkstoffbezeichnungen nachfolgend in der unter Abb. 2 angegebenen Reihenfolge durch gebräuchliche Abkürzungen ersetzt: Kontrolle, Lindan, HCH, E 605 und Lindan + DDT.

Es ist sogar ein mehr oder weniger sprunghaftes Ansteigen der Besatzzahlen festzustellen (vgl. Abb. 3)[3].

Hinsichtlich der Wirkungsdauer ist beim Lindan + DDT und dem HCH, vom Zeitpunkt der Behandlung an gerechnet, noch nach 392 Tagen eine Re-

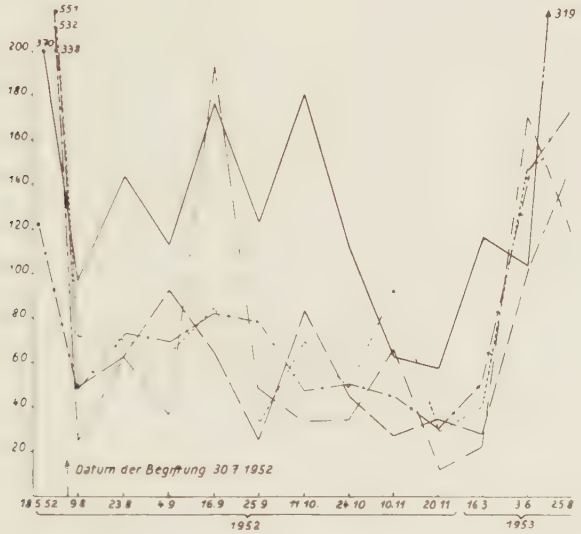


Abb. 3. Trombidiformes

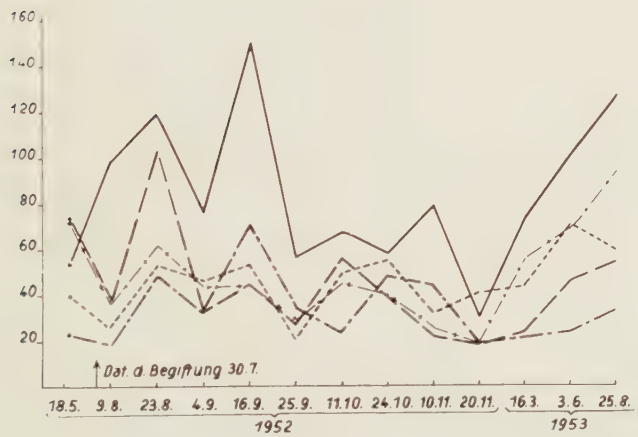


Abb. 4. Sarcoptiformes

duktion der gesamten Milbenfauna zu erkennen. Die Wirkung des Lindan und E 605 auf die *Parasitiformes* ist nach etwa 10 Wochen abgeklungen, während *Trombidiformes* und *Sarcoptiformes* auch durch diese Wirkstoffe noch nach 392 Tagen deutlich beeinflußt werden.

[3] Die angegebenen Signaturen sind die gleichen wie unter Abb. 2 angegeben und gelten auch für die Kurvenabbildungen 3–7 und 12–21.

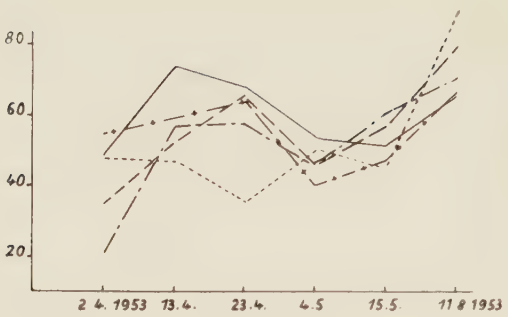


Abb. 5. Parasitiformes

Am 25. 8. 1952, der letzten Entnahme von Bodenproben, zeigten Lindan + DDT und das HCH-Präparat eine stärkere Reduktion des Milbenbesatzes als Lindan und E 605.

Fassen wir vereinfachend den Einfluß aller Mittel zusammen und stellen ihn zu den unbehandelten Parzellen in Vergleich, so läßt sich bei den *Parasitiformes* (Abb. 2) am 11. 10. 1952 ein Abklingen der Wirkung feststellen, bei den *Trombidiformes* (Abb. 3) erst am 3. 6. 1953. Der Besatz an *Sarcoptiformes* war noch am 25. 8. 1953 durch die Bodenbehandlung deutlich beeinträchtigt (Abb. 4).

Die zweite Bodenbehandlung im Frühjahr 1953 erfolgte unter denkbar ungünstigen Bedingungen. Die auf den Boden gestreuten Mittel waren etwa eine Woche – bis der Eggenstrich erfolgte – klimatischen Einwirkungen ausgesetzt. Für die staubförmigen Präparate

Abb. 6. Trombidiformes

Abb. 7. Sarcoptiformes

(E 605 und Lindan + DDT) bestand Gefahr, daß diese durch Windeinwirkung vertrieben wurden. Außerdem war die Möglichkeit einer Wirkungsminderung bei den Wirksubstanzen mit relativ hohem Dampfdruck (E 605 und Lindan) gegeben.

Die Beeinflussung der *Parasitiformes, Trombidiformes* und *Sarcoptiformes* ist in Abb. 5–7 dargestellt. Das Kombinationspräparat Lindan + DDT zeigt auch nach dieser Bodenbehandlung eine erhebliche Initialwirkung auf die gesamte Milbenfauna, verliert aber relativ schnell seine Wirksamkeit;

keine Unterordnung wird nachhaltig betroffen. Indessen lassen in diesem Versuch Lindan und HCH die stärkste und am längsten anhaltende Wirkung auf die Milbenfauna erkennen. *Trombidiformes* und *Sarcoptiformes* werden durch Lindan und das HCH-Präparat noch am 11. 8. 53 eindeutig beeinflußt, während die Wirkung dieser Mittel auf die *Parasitiformes* nach 6 bis 8 Wochen abklingt. Die Beeinflussung der Milbenfauna durch E 605 dürfte in diesem Versuch am geringsten sein.

Auf den am 25. 3. 1953 behandelten Parzellen wurde auch die Tiefenwirkung von Lindan näher untersucht (Abb. 8). Am 2.4.53, eine Woche nach der Bodenbehandlung, ist in 0—5 cm Tiefe keine Beeinflussung der *Parasitiformes* erkennbar, während die *Trombidiformes* in der Schicht von 0 bis 10 cm Tiefe und die *Sarcoptiformes* in 0—5 cm Tiefe nahezu restlos dezimiert werden. In den meisten der folgenden Fänge bis zum 11. 8. 53 ist in jeder Unterordnung eine eindeutige Reduktion der Besatzzahlen in der Bodenschicht von 0—5 cm Tiefe festzustellen. Markantesten Ausdruck findet dies in der Unterordnung der *Sarcoptiformes*. Selbst auf den am 30.7.1952 behandelten Parzellen liegen die Verhältnisse nicht anders (Abb. 9), obwohl im Verlauf der Untersuchungen im Herbst 1952, Frühjahr 1953 und August 1953 eine Bearbeitung des Feldes erfolgte. Man könnte einwenden, daß der Wirkstoff hier durch die Bearbeitung in tiefere Bodenschichten gelangt wäre und die Milbenfauna in den untersuchten Schichten nicht beeinflussen konnte. Dem ist entgegenzuhalten, daß die Bearbeitung auch im Frühjahr nur sehr flach durchgeführt wurde.

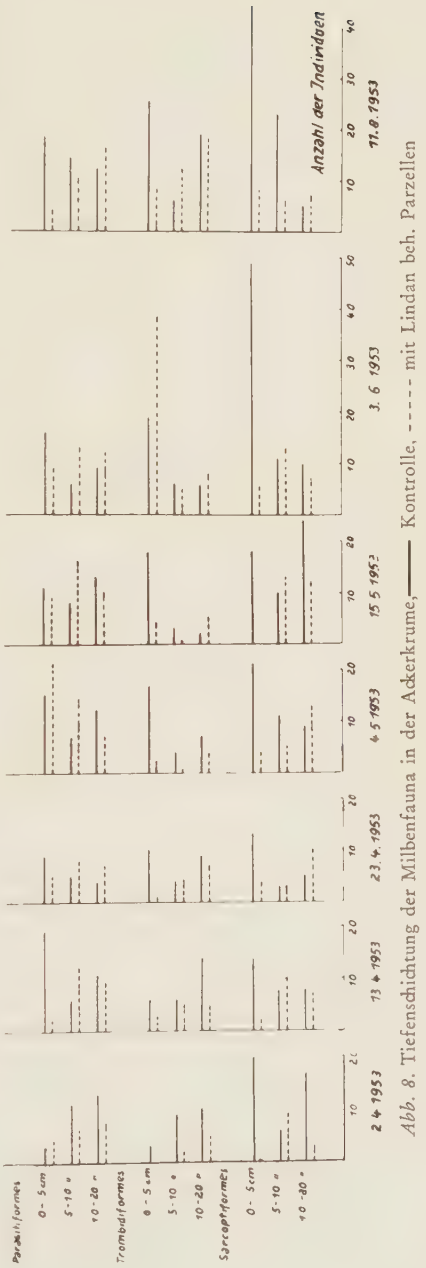


Abb. 8. Tiefenschichtung der Milbenfauna in der Ackerkrume, —— Kontrolle, ----- mit Lindan beh. Parzellen

Zusammenfassend läßt sich daher feststellen, daß nach den Bodenbehandlungen im Sommer 1952 und im Frühjahr 1953 die Milbenfauna deutlich beeinträchtigt, ja sogar ausgesprochen geschädigt war. Dies tritt besonders eindrucksvoll an dem Besatz der *Trombidiformes* und *Sarcoptiformes* zutage (Abb. 10 und 11).

4. Beeinflussung der einzelnen Milbenformen durch die Bodenbehandlung

Es entsprach dem Plan dieser Arbeit, die selektive Wirkung der Bodenbehandlung möglichst eingehend zu erfassen. Daher sind im folgenden die Einflüsse auf die einzelnen Milbenformen in systematischer Folge dargestellt. Um die Darstellungen zu vereinfachen, wurden Gattungen und Arten zu Familien zusammengefaßt, soweit nicht einzelne Gattungen bzw. Arten durch besonders hohe Besatzzahlen oder ganz auffällige Beeinflussung durch die verwendeten Mittel auffielen. Sehr unregelmäßig oder spärlich aufgefundene Milben wurden nicht berücksichtigt, da in Anbetracht der geringen Individuenzahlen etwaige Beeinflussungen nicht erkannt werden konnten. Selbstverständlich wurde vor diesen Vereinfachungen das gesamte Material sehr kritisch gesichtet.

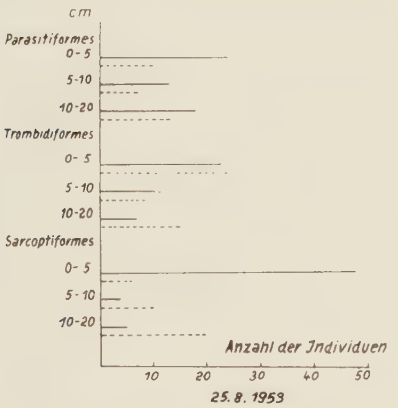


Abb. 9. Tiefenschichtung der Milbenfauna auf den am 30. 7. 1952 behandelten Parzellen, ——— Kontrolle, ----- mit Lindan beh. Parzellen

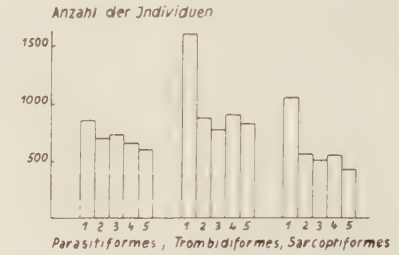


Abb. 10. Gesamtzahl der im Versuch 1952 gefangenen Milben. 1. Kontrolle, 2. Lindan, 3. HCH, 4. E 605, 5. Lindan + DDT

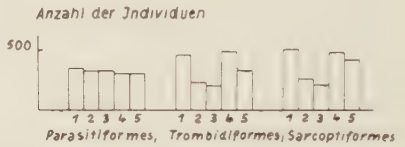


Abb. 11. Gesamtzahl der im Versuch 1953 gefangenen Milben. 1. Kontrolle, 2. Lindan, 3. HCH, 4. E 605, 5. Lindan + DDT [4]

Versuch 1952

Unter den *Parasitiformes* ist an den *Parasitidae* eine etwa 6 Wochen anhaltende Beeinträchtigung durch Lindan, HCH, E 605 und Lindan + DDT erkennbar. Allerdings zeigt HCH im Anschluß an die Bodenbehandlung zunächst keinen deutlichen Einfluß. Nachdem die Wirkung sämtlicher Substanzen etwa zwei Monate nach der Bodenbehandlung abklingt, ist im nächsten Jahr keine Beeinflussung der *Parasitidae* mehr festzustellen [5].

[4] Die hohen Besatzzahlen auf den mit E 605 und Lindan+DDT behandelten Parzellen sind nur damit zu erklären, daß diese Mittel zum erheblichen Teil vor der Einarbeitung in den Boden verweht sind. Beim E 605 ist sicherlich ebenfalls eine Wirkungsminderung durch Verdampfen eingetreten. Der geringe Einfluß der Wirkstoffe in diesem Versuch geht auch aus Abb. 5–7 hervor.

[5] In der Darlegung der Versuchsergebnisse mußte notwendigerweise auf einen Teil der graphischen Darstellungen und Tabellen verzichtet werden. Die Unterlagen stehen aber im Institut für Pflanzenpathologie und Pflanzenschutz der Universität Göttingen zur Verfügung.

Die *Laelaptidae* (Abb. 12) dürften im allgemeinen nachhaltiger beeinflußt werden als die *Parasitidae*. Nach vorübergehendem Ansteigen der Bevölke-

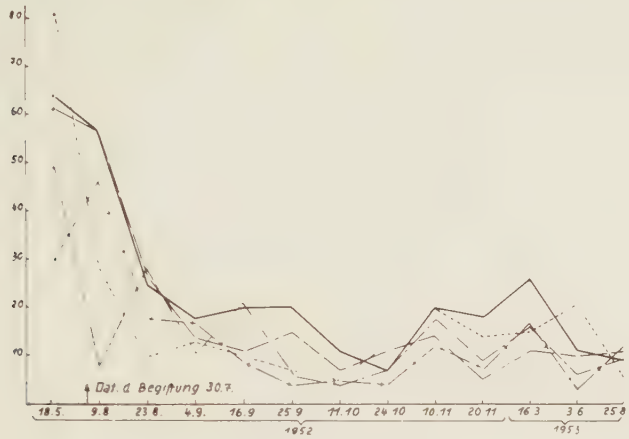


Abb. 12. Laelaptidae

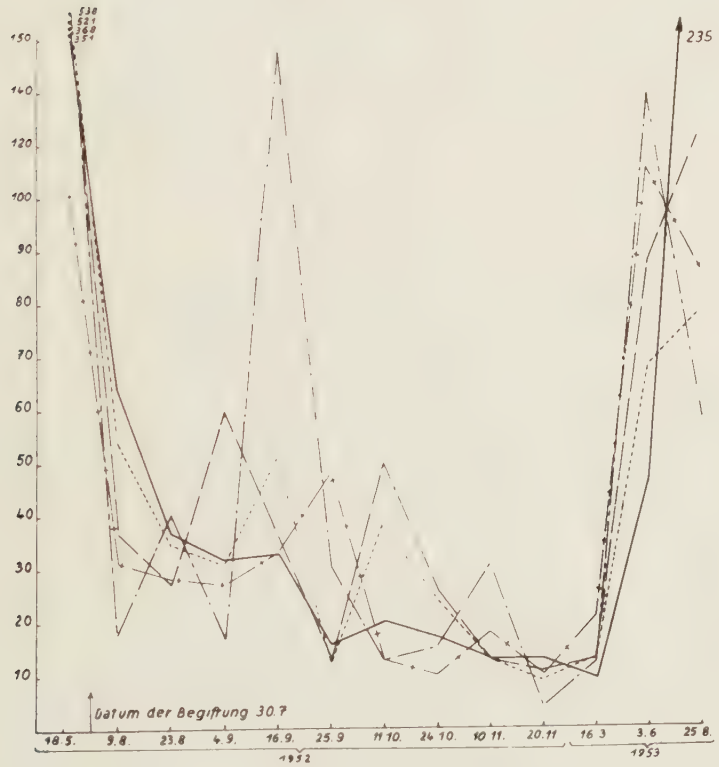


Abb. 13. Pyemotidae

rungsdichte auf den mit Lindan + DDT, E 605 und HCH behandelten Parzellen am 24. 10. 52 ist am 20. 11. 52 und am 16. 3. 53 wieder eine deutliche

Beeinträchtigung dieser Familie durch alle verwendeten Mittel festzustellen. Danach klingt die Wirkung von E 605 ab, dauert aber beim Lindan, HCH und Lindan + DDT bis in den Sommer 1953 an. Die allgemein stärkste Wirkung auf diese Familie besitzt fraglos das Lindan-Präparat. Es ist jedoch nicht anzunehmen, daß die verwendeten Wirkstoffe den Besatz an *Laelaptidae* über den 25. 8. 1953 hinaus erkennbar reduzieren.

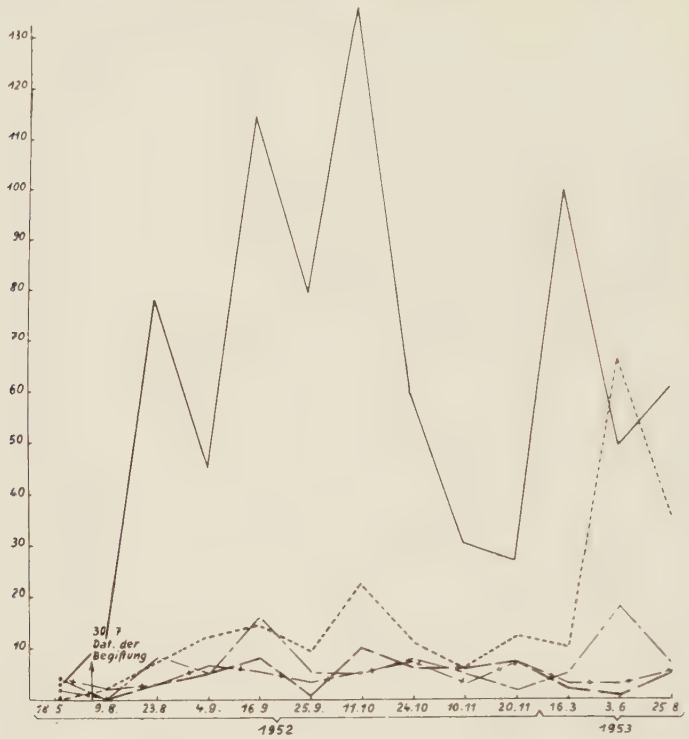


Abb. 14. Rhagidiidae, Eupodidae, Tydeidae

Bei der Bestimmung des Materials war eine Trennung der Jugendstadien der *Parasitidae* und *Laelaptidae* kaum möglich; sie wurden daher zusammengefaßt. Obwohl es sich hierbei um Larven und erste Nymphenstadien, also sehr zarte Formen handelt, wurden diese durch keines der verwendeten Mittel dezimiert.

Allem Anschein nach werden ebenfalls die *Uropodidae* durch keinen der verwendeten Wirkstoffe beeinträchtigt.

Sind die *Parasitiformes* relativ große und robuste Tiere, so ist die Mehrzahl der im vorliegenden Untersuchungsgebiet gefangenen *Trombidiformes* sehr klein, zarthäutig und ohne starke Panzerung.

Die Wirkung aller verwendeten Präparate auf die *Pyemotidae* (Abb. 13) ist bereits nach etwa einem Monat abgeklungen. Trotzdem könnte nach den Ergebnissen am 25. 8. 53 — an diesem Zeitpunkt zeigen alle Mittel wieder einen deutlichen Einfluß — auf eine lange anhaltende Beeinträchtigung dieser Familie geschlossen werden. Besonders auffällig ist am 16. 9. 52 das sprunghafte Ansteigen auf den mit Lindan + DDT behandelten Parzellen. Damit

findet die auf S. 21 (vgl. Abb. 3) allgemein erkannte Eigentümlichkeit deutlichen Ausdruck im Verhalten dieser Familie (vgl. Diskussion S. 48).

Die *Scutacaridae* werden durch Lindan überhaupt nicht beeinträchtigt, während die Wirkung von E 605 bis zum Frühjahr 1953 und die von Lindan + DDT sogar bis zum Juni 1953 anhält. HCH verliert seine Wirksamkeit bereits im November 1952. Durch die drei letztgenannten Mittel wird diese Familie also deutlich beeinträchtigt, jedoch ist am 25. 8. 53, dem letzten Beobachtungstermin, keine Schädigung mehr festzustellen.

Die Familiengruppe der *Rhagidiidae, Eupodidae* und *Tydeidae* (Abb. 14) ist durch alle verwendeten Wirkstoffe so nachhaltig geschädigt, daß eine Ergänzung des Besatzes auch nach dem letzten Stichtag der Untersuchungen am 25. 8. 53 nicht zu erwarten ist. Das gilt besonders auf den mit Lindan, HCH und Lindan + DDT behandelten Parzellen. Den schwächsten Einfluß auf diese Milbengruppe besitzt offensichtlich E 605, da seine Wirkung, wenn am 25. 8. 53 auch wieder eindeutig erkennbar, am 3. 6. 53 vorübergehend nachläßt.

Unter den *Sarcoptiformes* werden die weichhäutigen Milben der Gattung *Tyrophagus* (Abb. 15) gleich im Anschluß an die Bodenbehandlung durch alle Mittel fast restlos abgetötet. Eine schwache Ergänzung des Besatzes zeigt sich am 25. 9. 52 auf den mit Lindan + DDT und Lindan behandelten Parzellen. Es könnte angenommen werden, daß das Kombinationspräparat Lindan + DDT einen geringeren Einfluß als die anderen Mittel auf *Tyrophagus* ausübt, da seine Wirkung schon am 10. 11. 52 abgeklungen ist. Lindan, HCH und E 605 bewirken dagegen noch am 25. 8. 1953 eine völlige Dezimierung des ohnehin geringen Besatzes.

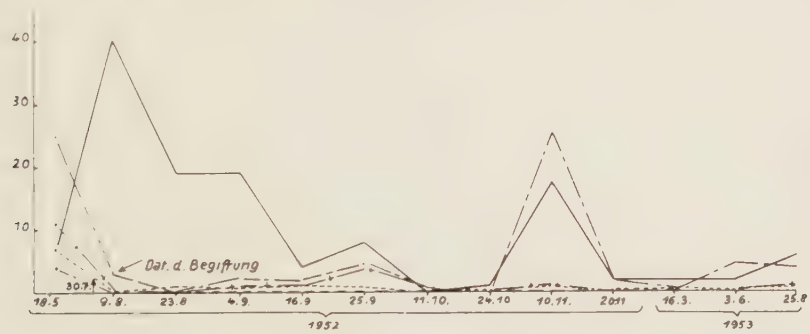


Abb. 15. Tyrophagus spec.

Unter den durchweg stärker, teils sogar sehr stark gepanzerten Oribatiden werden die *Eremaeidae* durch Lindan nicht beeinflußt. Die Beeinträchtigung dieser Tiere durch HCH, E 605 und Lindan + DDT zeigt sich im Anschluß an die Bodenbehandlung nur etwa 4 Wochen, tritt aber im folgenden Jahr vom März bis zum August wieder in Erscheinung. Die Wirkung von HCH auf die *Eremaeidae* scheint im Juni 1953 abgeklungen zu sein, während Lindan + DDT und E 605 den Besatz noch am letzten Untersuchungstag erkennbar reduzieren.

Eindrucksvoll ist die Schädigung der Oribatiden-Art *Tectocepheus velatus* (Abb. 16) durch alle verwendeten Mittel. Lindan, HCH und Lindan + DDT wirken so stark und nachhaltig, daß auch über den 25. 8. 53 hinaus

keine Ergänzung des Besatzes anzunehmen ist. Lediglich E 605 läßt eine vorübergehende Abnahme der Wirkung am 20. 11. 52 erkennen. Diese tritt jedoch — wenn auch abgeschwächt — am 25. 8. 53 wieder in Erscheinung. Noch stärker sind die Jugendstadien dieser Art betroffen (Abb. 17). Die Wirkung der verschiedenen Mittel ist im allgemeinen der auf die adulten Formen gleichzusetzen.

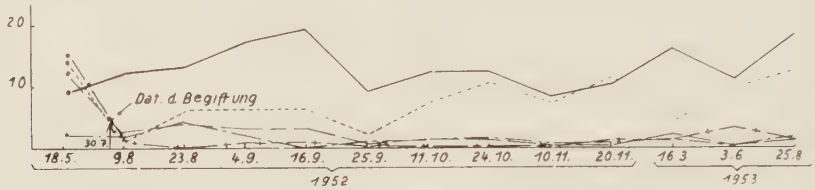


Abb. 16. Tectocepheus velatus

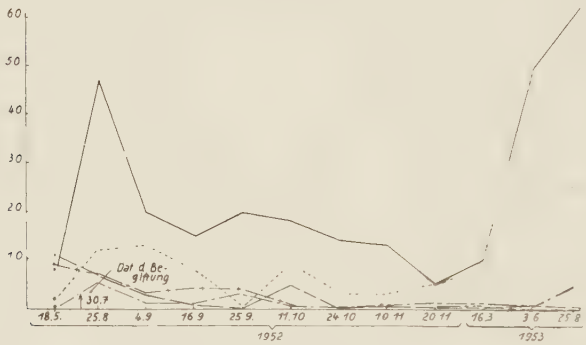


Abb. 17. Tectocepheus velatus (Jugendstadien)

Die *Notaspididae* werden zwar nicht so deutlich geschädigt, jedoch läßt sich auch hier eine Wirkung aller Mittel daraus erkennen, daß auf den behandelten Parzellen der Anstieg der Besatzzahlen dieser Gruppe, welcher auf den Kontrollparzellen im September und November 1952 sowie im Juni 1953 beobachtet wurde, nicht eintritt. Durch die Mittelwirkung wird also der Populationsanstieg wiederholt abgeschnitten. Die Wirkung von E 605 und Lindan + DDT ist auch am 25. 8. 1953 noch nicht abgeklungen, während Lindan und HCH zu diesem Zeitpunkt keine Reduktion des Besatzes mehr bewirken.

Versuch 1953

Nach der Bodenbehandlung am 25. 3. 1953 ist unter den *Parasitiformes* an den *Parasitidae* durch keine der ausgebrachten Substanzen eine deutliche Beeinflussung festzustellen, weder anfangs noch im Verlauf der Untersuchungen. Am 11. 8. 53, dem letzten Beobachtungstag, zeigt sich jedoch eine Reduktion des Besatzes auf den mit Lindan + DDT, HCH und Lindan behandelten Parzellen. Eine Beeinträchtigung der *Parasitidae* durch E 605 ist in diesem Versuch nicht zu erkennen.

Die *Laelaptidae* (Abb. 18) werden während der ganzen Versuchsdauer vom 2. 4. 53 bis zum 11. 8. 53 durch E 605, Lindan und Lindan + DDT

deutlich dezimiert. E 605 zeigt hier die stärkste Wirkung, es folgt Lindan und Lindan + DDT. HCH bewirkt zwar eine etwa 5 Wochen anhaltende Reduktion des Besatzes, zeigt aber danach keinen Einfluß auf diese Tiere mehr.

Nach den Versuchsergebnissen des Vorjahres war auch in diesem Versuch keine Beeinträchtigung der *Gamasina*-Jugendstadien zu erwarten. Es zeigte sich aber, daß sofort nach der Bodenbehandlung am 25. 3. 53 alle verwendeten Mittel eine Schädigung dieser Jugendformen bewirkten. Im allgemeinen ist aber im weiteren Entwicklungsverlauf dieser Tiere auch in diesem Versuch zu erkennen, daß sich die Larven und Nymphen der *Parasitidae* und *Laelaptidae* unempfindlich gegen die verwendeten Wirkstoffe erweisen.

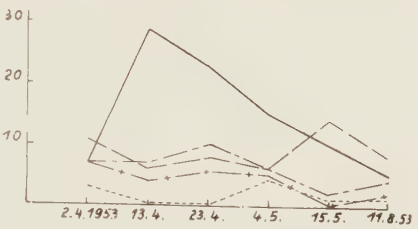


Abb. 18. Laelaptidae

Auch die *Uropodidae* sind nach der Frühjahrsbehandlung geringfügig beeinflußt. Auf allen behandelten Parzellen ist von Mitte April bis Mitte Mai eine schwache Reduktion des Besatzes zu erkennen. Am 11. 8. 53, dem letzten Beobachtungstag, zeigt jedoch keiner der verwendeten Wirkstoffe mehr einen Einfluß auf diese Familie.

Unter den *Trombidiformes* wurde bereits im Versuch 1952 nur eine schwache Schädigung der *Pyemotidae* beobachtet. Auch nach dieser Bodenbehandlung liegen die Verhältnisse ähnlich (Abb. 19). Lindan und HCH lassen in der Zeitspanne vom 2. 4. bis 15. 5. einen geringen Einfluß auf die *Pyemotidae* erkennen. Lindan + DDT bewirkt nur am 13. 4. eine einmalige Schädigung. E 605 zeigt in diesem Versuch noch nicht einmal andeutungsweise eine Beeinträchtigung der *Pyemotidae*.

Abb. 19. Pyemotidae

Die *Scutacaridae* werden unmittelbar nach der Behandlung durch alle verwendeten Mittel für die Dauer von etwa 3 Wochen vermindert. Im August 1953 ist nur noch eine Wirkung von Lindan und HCH erkennbar, dagegen nicht bei Lindan + DDT und E 605. Die Wirkung von Lindan + DDT auf diese Gattung war im Versuch 1952 stärker als im Versuch 1953.

Das Verhalten der *Rhagidiidae, Eupodidae, Tydeidae* gibt eine volle Bestätigung der Beobachtungen im Versuch 1952 (Abb. 20). Allerdings dürfte in diesem Versuch die Wirkung von E 605 schwächer sein.

Unter den *Sarcoptiformes* sind die Milben der Gattung *Tyrophagus* ebenfalls nach der Bodenbehandlung im Frühjahr durch Lindan, HCH und E 605 stark geschädigt. Lindan + DDT zeigt hier eine stärkere Wirkung auf *Tyrophagus* als im Vorjahr. Auch im August 1953 ist noch eine deutliche Beeinflussung dieser Gattung durch alle verwendeten Wirkstoffe erkennbar.

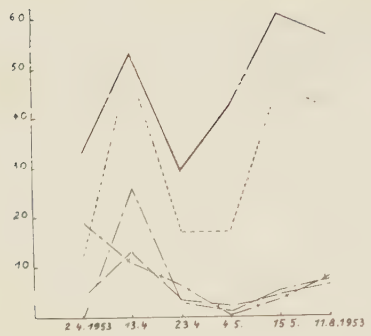


Abb. 20. Rhagidiidae, Eupodidae, Tydeidae

Auf die *Eremaeidae* besitzt Lindan keinen Einfluß. Das wurde bereits im Versuch 1952 beobachtet. Abweichend ist hier, daß ebenfalls E 605 und Lindan + DDT keinen nennenswerten Einfluß erkennen lassen. Lediglich durch HCH wurden die *Eremaeidae* bis zum Mai 1953 geschädigt.

Ebenfalls *Tectocepheus velatus* ist nach der Bodenbehandlung im Frühjahr nicht so stark durch die Mittelwirkung betroffen wie nach der Bodenbehandlung im Vorjahr. E 605 und Lindan + DDT lassen im August 1953 keine Wirkung mehr erkennen. Auf den mit Lindan und HCH behandelten Parzellen hingegen ist der Besatz am letzten Beobachtungstag noch eindeutig vermindert. Eine noch stärkere Schädigung durch die beiden zuletzt genannten Pflanzenschutzmittel ist an den Jugendstadien dieser Art zu beobachten (Abb. 21). Die Beeinträchtigung der Jugendformen durch E 605 ist nur gering, während diese durch das Kombinationspräparat Lindan + DDT beachtlich erscheint.

Die *Notaspididae* sind in diesem Versuch durch E 605 überhaupt nicht beeinflußt. Die anderen verwendeten Substanzen bewirken im Mai 1953 eine starke Schädigung dieser Familie. Am letzten Beobachtungstag zeigt jedoch keines der verwendeten Mittel eine Wirkung mehr.

Vergleich der Beobachtungen 1952 und 1953

Bei der Betrachtung der Mittelwirkung auf verschiedene Unterordnungen ließ sich eine Übereinstimmung der beiden Versuchsjahre in dem Punkt erkennen, daß im großen und ganzen die *Parasitiformis* durch die verwendeten Mittel weniger geschädigt wurden als die *Trombidiformis* und *Sarcoptiformis* (vgl. Abb. 10 und 11). Vergleicht man die Ergebnisse über die Beeinflussung der einzelnen Milbenformen, so ergibt sich sich folgendes:

Abb. 21. Tectocepheus velatus (Jugendstadien)

Unter den *Parasitiformes* werden die *Parasitidae, Uropodidae* und *Gamasina*-Jugendstadien nur geringfügig geschädigt, die *Laelaptidae* dagegen im allgemeinen stärker durch die Wirkstoffe betroffen.

Unter den *Trombidiformes* sind die *Pyemotidae* im allgemeinen kaum beeinträchtigt. Bei den *Scutacaridae* darf eine gewisse Schädigung angenommen werden. Die *Rhagidiidae, Eupodidae* und *Tydeidae* werden durch die Bodenbehandlung dagegen erheblich geschädigt.

Unter den *Sarcoptiformes* werden die *Eremaeidae* und *Notaspididae* im allge-

meinen wenig beeinträchtigt. Dagegen ist die Schädigung von *Tyrophagus*-Arten und vor allem der Art *Tectocepheus velatus* besonders auffällig. Abschließend kann daher festgestellt werden, daß auch hinsichtlich der Beeinflussung einzelner Milbenformen die Ergebnisse des Jahres 1952 durch den Versuch im Jahre 1953 voll bestätigt werden.

Die Abhängigkeit der Mittelwirkung von der Tiefenschichtung der Milben

Die Tiefenwirkung der verwendeten Pflanzenschutzmittel hängt erfahrungsgemäß vor allem von der Tiefe des Eindringens bzw. der Einbringung der Mittel ab (vgl. Fuchs (6), Handbuch für Pflanzenkrankheiten), daneben vom Dampfdruck und der Diffusionsfähigkeit der Wirkstoffe. Da einige Milbenformen überwiegend in bestimmten Schichten der untersuchten Krume auftraten (1), erschien es zweckmäßig zu untersuchen, inwieweit die unterschiedliche Beeinträchtigung der einzelnen Milbenformen durch die Pflanzenschutzmittel mit der Tiefenschichtung der Milbenfauna zusammenhängt. Aus versuchstechnischen Gründen mußten diese Untersuchungen auf die mit Lindan behandelten Parzellen beschränkt werden.

Nach Art der Versuchsanstellung war zu erwarten, daß Lindan hauptsächlich in der Zone von 0—5 cm auf die Milbenfauna einwirkt, jedoch zeigte sich, daß auch in der darunter liegenden Schicht von 5—10 cm Tiefe noch eine gewisse Wirkung entfaltet wird, (vgl. Abb. 8 und 9). Die starke Schädigung der *Rhagidiidae, Eupodidae, Tydeidae* und der *Tyrophagus*-Arten sowie der Art *Tectocepheus velatus* findet darin eine Erklärung, daß die genannten Milbenformen vor allem in der Bodenschicht von 0—5 cm Tiefe auftreten. Die minder betroffenen *Parasitidae, Laelaptidae* und ihre Jugendstadien sowie die *Uropodidae, Pyemotidae, Scutacaridae, Eremaeidae* und *Notaspididae* sind auch in tieferen Bodenschichten häufig (Tabelle 2).

5. Statistische Auswertung der Ergebnisse

In Anbetracht der niedrigen Besatzzahlen und zum Teil zahlenmäßig geringfügigen Unterschiede dieser Werte sowie des zum Teil unregelmäßigen Verlaufes der Besatzdichtekurven war es unbedingt nötig, das gesamte Material einer statistischen Untersuchung zu unterwerfen, um festzustellen, inwieweit die daraus zu ziehenden Schlüsse signifikant sind. Da bereits bei der Versuchsanlage statistische Gesichtspunkte berücksichtigt worden waren, stellte sich dieser Auswertung keine grundsätzliche Schwierigkeit entgegen.

Zur statistischen Bearbeitung des Materials wurden varianzanalytische und verteilungsfreie Verfahren benutzt[6].

Die Varianzanalyse (8) wurde herangezogen, um dem als lateinisches Quadrat angelegten Versuch möglichst weitgehend Rechnung zu tragen und — wie bereits im methodischen Teil erwähnt — vorhandene Bodenungleichmäßigkeiten auszuschalten.

Um eine varianzanalytische Auswertung der an den Stichtagen beobachteten Besatzzahlen zu ermöglichen, wurde das gesamte ausgelesene Material

[6] Ich möchte es nicht versäumen, Herrn Dipl. math. H. Klinger vom Institut f. math. Statistik und Wirtschaftsmathematik der Universität Göttingen für seine Ratschläge und Unterstützung bei der stat. Auswertung des Materials meinen besonderen Dank abzustatten.

Tabelle 2

Die Tiefenwirkung von Gamma-Hexachlorcyclohexan

Obere Zahlenreihe = Kontrollparzelle. Untere Zahlenreihe = Gamma-HCH-Parzelle.
a = 0–5 cm, b = 5–10 cm, c = 10–20 cm Tiefe

Milben-Art	2. 4. 53			13. 4. 53			23. 4. 53			4. 5. 53			15. 5. 53			3. 6. 53			11. 8. 53			25. 8. 53		
	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c
Parasitiformes:																								
Parasitidae	–	–	3	3	–	1	3	1	1	2	3	2	2	1	1	7	2	–	1	1	1	8	3	2
	–	1	1	1	1	2	2	2	2	–	1	4	3	5	3	4	3	4	–	3	2	6	3	3
Laelaptidae	–	5	1	6	1	–	4	1	1	4	2	2	6	–	–	3	2	2	2	1	2	3	2	3
	2	–	–	1	–	–	1	1	–	8	4	–	–	7	1	1	5	5	–	1	–	–	–	–
Gamasina Jugendstadien	2	5	7	8	5	8	1	2	2	7	2	7	3	4	1	6	2	5	10	10	9	12	7	13
	1	3	6	1	11	3	1	4	4	11	4	3	5	3	6	3	2	3	3	6	13	3	3	5
Uropodidae	1	1	–	2	–	–	1	1	–	2	–	–	–	1	3	–	–	–	1	–	–	–	1	–
	1	2	–	–	–	–	1	1	1	2	5	–	1	–	–	1	2	–	1	–	–	1	1	3
Trombidiformes:																								
Pyemotidae	1	3	–	2	1	–	4	2	3	5	2	4	3	2	–	8	3	2	9	4	8	16	7	7
	–	1	2	–	–	2	1	1	–	2	1	2	4	1	3	37	5	8	5	6	13	18	4	11
Scutacaridae	1	2	3	–	3	3	1	1	4	–	1	1	–	1	2	1	3	4	5	1	6	4	2	–
	–	1	–	1	5	2	–	2	3	–	–	2	–	–	–	–	–	–	–	2	5	–	2	2
Rhagidiidae, Eupodidae, Tydeidae	1	4	6	3	2	11	5	1	2	10	1	1	15	–	–	10	–	–	10	–	5	1	3	–
	–	–	3	1	–	1	–	1	4	–	–	–	–	–	2	1	–	–	3	–	–	4	–	–
Sarcoptiformes:																								
Tyrophagus spec.	3	–	–	2	–	–	1	–	–	1	–	–	1	–	–	–	–	–	7	1	–	–	–	–
	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	1	–	–
Eremaeidae	2	1	11	2	1	5	4	1	4	1	5	7	4	4	17	1	1	6	6	5	2	5	1	–
	1	7	2	–	3	5	–	–	10	–	5	8	–	–	9	3	3	5	7	3	5	1	9	18
Tectocepheus velatus	8	–	–	5	5	1	3	–	–	8	1	–	4	1	1	7	1	2	3	6	2	10	–	5
	1	1	–	2	1	–	2	2	–	–	–	2	–	3	1	–	1	–	–	–	1	1	–	–
Tectocepheus Jugendstadien	4	3	1	5	1	–	5	2	–	11	3	2	8	5	–	41	8	1	25	9	1	28	–	–
	1	1	–	2	1	–	2	2	–	–	–	2	–	3	1	–	3	–	1	–	–	3	–	–
Notaspididae	1	–	3	–	–	1	–	–	1	–	–	–	–	–	6	–	1	1	–	1	–	1	–	–
	–	–	–	–	1	1	–	–	–	–	–	2	–	–	1	–	–	1	–	2	–	–	–	1

einer Quadratwurzel-Transformation unterworfen. Dies lag nahe, da anzunehmen war, daß die auf den Parzellen gefundenen Besatzzahlen etwa einer Poisson-Verteilung folgen würden. Es zeigte sich auch, daß die Restfehler nach der Transformation recht gut normal verteilt waren und die Restvarianz eine befriedigende Konstanz im Verlauf der Untersuchungen aufwies. Da die Besatzdichte eines Bodens mit Milben in hohem Maße von seinem Porenvolumen abhängt (1), konnten einige auffallende Schwankungen dadurch erklärt werden, daß die Hohlraumverhältnisse der in den Stechzylindern entnommenen Bodenproben zur Zeit der Probenentnahme bei trockenem Wetter stärkeren Schwankungen unterworfen waren als bei jenen Entnahmen, die im Anschluß an Niederschläge durchgeführt wurden. Auf die statistische Auswertung hat dies jedoch keinen Einfluß.

Die Aufgabe der vorliegenden Untersuchungen bestand darin, Aussagen über die Wirksamkeit der verwendeten Pflanzenschutzmittel auf die Milbenfauna während der Beobachtungszeit vom 9. 8. 1952 bis 25. 8. 1953 zu machen. Um die für eine solche Aussage erforderliche Unabhängigkeit der Untersuchungen an den verschiedenen Stichtagen zu gewährleisten, hätten die Untersuchungen zu jedem Zeitpunkt auf anderen Parzellen durchgeführt werden müssen. Da aus praktischen Gründen alle Entnahmen an den jeweiligen Stichtagen auf denselben Parzellen vorgenommen werden mußten, war notwendigerweise zu prüfen, ob eine Korrelation zwischen den Restfehlern

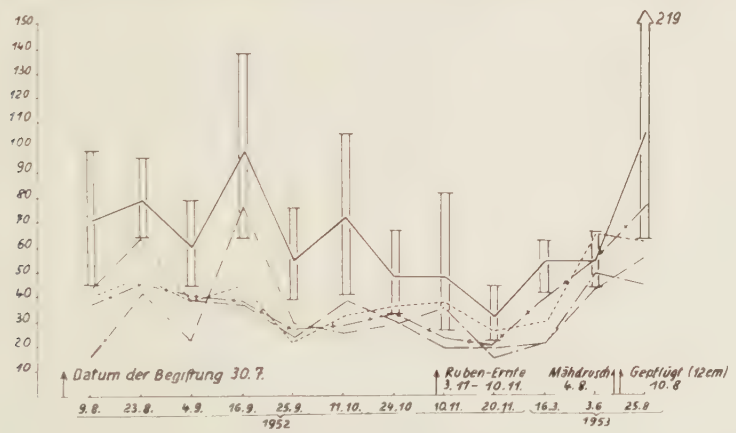


Abb. 22. Mittlere Besatzzahlen im Versuch 1952. Die Säulen geben die Konfidenzintervalle für die „wahren" mittleren Besatzzahlen der Kontrollparzellen an.

———————— Kontrolle
— — — — — — HCH
—+—+—+— Lindan
---------- E 605
—·—·—·— Lindan + DDT

der Ausleseergebnisse aufeinanderfolgender Entnahmen von Bodenproben besteht. Wären Anzeichen einer solchen erkennbar gewesen, so hätte dies bei einer positiven Korrelation bedeutet, daß die verminderten Besatzzahlen auf den behandelten Parzellen an den Stichtagen nach der Behandlung nicht ohne weiteres auf die Wirkung der verwendeten Pflanzenschutzmittel zu eben diesen Zeitpunkten hätte zurückgeführt werden dürfen. Es wäre dann eingehend zu prüfen gewesen, wie weit die Besatzzahlen an einem der späteren Stichtage durch die Besatzzahlen am vorangegangenen Stichtag bedingt

sind, ohne daß die gegenwärtige Mittelwirkung den entscheidenden Einfluß ausübt. Bei negativer Korrelation hätte sich ein Hinweis auf eine Wanderungstendenz der Milben zu relativ schwach besiedelten Zonen ergeben. Anzeichen einer solchen Korrelation konnten nicht nachgewiesen werden. Somit besteht kein Grund, die in den vorliegenden Untersuchungen gewonnenen Ergebnisse nicht so zu bewerten, als ob die Untersuchungsbefunde auf jeweils verschiedenen Flächen erhalten worden wären.

Ein verteilungsfreier Test für den Versuch 1952 mit Hilfe des KENDALLschen Konkordanzkoeffizienten (9), der die Rangordnung der Besatzzahlen aller Stichtage benutzt, ergab einen signifikanten Unterschied der gewonnenen Besatzzahlen. Ferner sind auch die mittleren Besatzzahlen jeder der behandelten Parzellen an diesen Stichtagen gegenüber den Kontrollen signifikant. Im einzelnen ist noch zwischen den verwendeten Pflanzenschutzmitteln in diesem Versuch über den ganzen Zeitraum ein signifikanter Unterschied zwischen dem stark auf Milben wirkenden Kombinationspräparat Lindan + DDT und dem schwächer wirksamen E 605 gegeben [Vorzeichentest (4) (Abb. 22)][7].

Im einzelnen ergab die varianzanalytische Auswertung an den fünf Stichtagen vom 9. 8. 1952 bis zum 25. 9. 1952 und am 16. 3. 1953 signifikante Differenzen der Besatzzahlen, welche auf die zu diesen Zeitpunkten noch im Boden wirksamen Pflanzenschutzmittel zurückgeführt werden müssen.

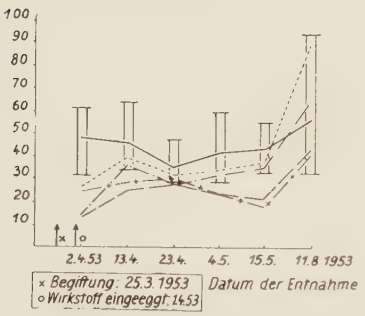


Abb. 23. Mittlere Besatzzahlen im Versuch 1953. Die Säulen geben die Konfidenzintervalle für die „wahren" mittleren Besatzzahlen der Kontrollparzellen an

Auch an den zwischen diesen Terminen liegenden Stichtagen sowie am 25. 8. 1953 waren die mittleren Besatzzahlen auf den behandelten Parzellen durchweg geringer als auf den Kontrollparzellen. Bei einzelnen Milbenformen (vgl. Abb. 14, 15 und 16, 17) ist jedoch auch am 3. 6. 1953 und am 25. 8. 1953 noch keine Angleichung der Besatzzahlen der behandelten Parzellen an die Besatzzahlen der Kontrollparzellen zu erkennen, so daß die Annahme einer Beeinflussung des Milbenbesatzes auch am 25. 8. 1953 noch gerechtfertigt erscheint.

Im Versuch 1953 liegen die Verhältnisse erheblich anders. Hier sind nur die Unterschiede zwischen den Kontrollparzellen und den mit Lindan bzw. HCH behandelten Parzellen signifikant. Das gleiche gilt für die Differenzen der Wirkung von E 605 mit Lindan bzw. HCH sowie für den Vergleich Lindan + DDT mit HCH (Abb. 23)[8]. Im einzelnen wurden varianzanalytisch[8] nur am 2. 4. 1953 und am 15. 5. 1953 signifikante Unterschiede gefunden.

[7] Die in den graphischen Darstellungen (Abb. 22 u. 23) der mittleren Besatzzahlen der jeweils 5 gleichbehandelten Parzellen eingetragenen Intervalle wurden durch Umrechnung der Konfidenzintervalle für die transformierten Variablen erhalten. Ihnen ist eine Irrtumswahrscheinlichkeit von 0,05 zugrunde gelegt. Sie sind so zu interpretieren, daß man sich in 5 % aller Fälle irrt, wenn man behauptet, daß die „wahre" mittlere Besatzzahl der Kontrollparzellen in diesem Intervall liegt.

[8] Der Varianzanalyse und den verteilungsfreien Verfahren wurde eine Irrtumswahrscheinlichkeit von 0,05 zugrunde gelegt.

6. Orientierende Untersuchungen mit weiteren Bodenentseuchungsmitteln

Zur radikalen Bekämpfung von Nematoden und Coleopteren-Larven im Boden werden neuerdings, vor allem im Ausland, flüssige Wirkstoffe empfohlen, welche vermöge ihrer hohen Flüchtigkeit den Boden durchgasen. Einige dieser Wirkstoffe wurden auf Feld 2 in Kleinparzellen nach der früher (1) beschriebenen Methode geprüft, da sie an sich schon eine starke Wirkung auf die Milbenfauna erwarten ließen, ohne daß eine Behandlung größerer Flächen erforderlich gewesen wäre. Zum Vergleich wurde ein streufähiges Chlordan-Lindan-Präparat herangezogen.

In diesem Versuch bewirkten alle „Bodenbegasungsmittel" eine starke Verminderung des Milbenbesatzes. Das Chlordan-Lindan-Streupräparat hingegen ließ keinen Einfluß auf die Milbenfauna erkennen, obwohl nach den Ergebnissen auf Feld 1 (vgl. Abb. 10, 11) durch den in diesem Mittel enthaltenen Gamma-HCH-Wirkstoff eine Schädigung hätte erwartet werden können. Es muß offenbleiben, ob dieser Unterschied zwischen dem Lindan und dem Lindan-Chlordanpräperat auf Verschiedenheiten des Lindan-Gehaltes der beiden Präparate beruht oder ob grundsätzlich die Wirkung von Lindan im Verhältnis zu der durchschlagenden Wirkung der „Bodenbegasungsmittel" so gering ist, daß sie sich nachhaltig nur dann auswirkt, wenn große Parzellen behandelt werden.

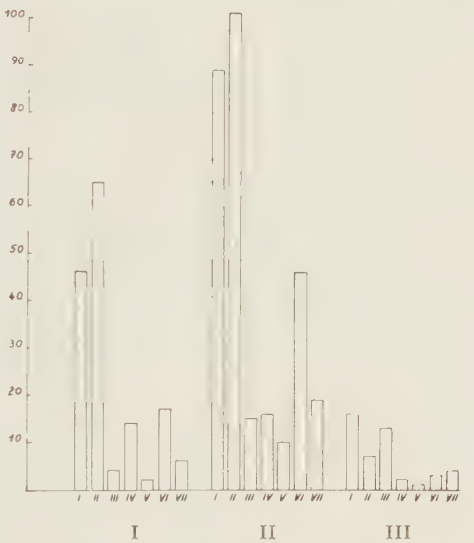


Abb. 24. I *Parasitiformes;* II *Trombidiformes;* III *Sarcoptiformes.* Gesamtmilbenbesatz im Versuch auf Feld 2 I. Kontrolle, II. Chlordan-Lindan, III. Dichlorpropan-Dichlorpropylen, IV. Chlorpikrin, V. Dibromäthan, VI. β, β-Dichloräthyläther, VII. Dichloräthan

Parasitiformes, Trombidiformes und *Sarcoptiformes* wurden am stärksten durch Dibromäthan geschädigt (Abb. 24). Die allgemein geringste Wirksamkeit auf Milben zeigte unter den verwendeten flüssigen Mitteln β, β-Dichloräthyläther. Beim Lindan-Chlordan-Präparat war keine Wirkung auf die *Parasitiformes* und *Trombidiformes* festzustellen, während die *Sarcoptiformes* — allerdings kann das infolge der geringen Individuenzahl für diesen Versuch nur mit Vorbehalt gesagt werden — deutlich beeinflußt wurden.

Eine nähere Analyse der Wirkung war bei diesem orientierenden Versuch weder beabsichtigt noch infolge der geringen Besatzzahlen möglich. Es sollte lediglich die Erwartung bestätigt werden, daß radikal wirkende bodendurchgasende Pflanzenschutzmittel auch die Milbenfauna des Ackerbodens nicht nur vorübergehend, sondern nachhaltig über längere Zeiträume schädigen. Obwohl die benutzten flüssigen Mittel infolge ihrer Flüchtigkeit nur eine zeitlich begrenzte Wirkung besitzen, konnte in diesem Versuch auch nach 112 Tagen noch kein Abklingen der Wirkung auf die Milbenfauna beobachtet werden.

Nach der letzten Entnahme von Bodenproben wurden die vor der Behandlung in jede Parzelle eingelassenen und mit je 10 *Melolontha*-Engerlingen beschickten Gazekäfige entfernt und der Boden in den Käfigen sorgfältig auf tote bzw. lebende Engerlinge durchsucht. Im Vergleich mit den Kontrollen bewirkten die als Streu- oder Staubmittel ausgebrachten Pflanzenschutzpräparate weder die Halogenkohlenwasserstoffe noch die Phosphorverbindung eine derartig hohe Abtötung der Engerlinge wie die Bodenentseuchungsmittel.

Während aus den zwei Kontrollparzellen sechs und sieben lebende Engerlinge geborgen wurden, fanden sich auf den mit Lindan, HCH, Lindan-Chlordan und E 605 behandelten Flächen höchstens zwei bis vier lebende Tiere. Sämtliche verwendeten flüssigen Bodenentseuchungsmittel bewirkten eine völlige Abtötung der *Melolontha*-Engerlinge. Nur in einigen Fällen wurde beim Durchsuchen des Parzellenbodens ein lebendes bzw. totes Tier gefunden.

7. Die Wirkung von Pflanzenschutzmitteln auf die Milbenfauna des Stallmistes

Da aus den früher (1) beschriebenen Untersuchungen hervorging, daß einzelne auf Feld 1 gefundene Milbenformen auch im Stallmist vorkommen und daß unter Umständen die Zufuhr von Stallmist die Milbenfauna des Bodens zeitweise bereichern kann, wurde in ebenfalls nur orientierenden Versuchen geprüft, ob eine Behandlung von Stallmist mit Lindan, HCH, Lindan+DDT und E 605 auch dessen Milbenfauna dezimiert. Entsprechend der auf Feld 1 benutzten Aufwandmenge wurden hier je 15 g gründlich in ausgebreiteten Stallmist eingemischt und 1 Woche danach Stallmistproben zur Untersuchung gebracht (1). Allerdings mußte bei diesen Versuchen darauf verzichtet werden, die Analyse der vorkommenden Formen bis zu Gattungen und Arten durchzuführen.

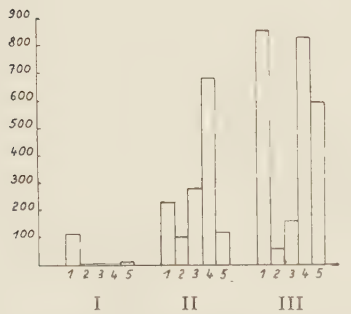


Abb. 25. I *Parasitiformes;* II *Trombidiformes;* III *Sarcoptiformes.* Gesamtmilbenbesatz der Stallmistproben. 1. Kontrolle, 2. Lindan, 3. HCH, 4. E 605, 5. Lindan + DDT

Aus diesen Untersuchungen ergab sich folgendes: Die Individuenzahl der *Trombidiformes* und *Sarcoptiformes* ist im Stallmist wesentlich größer als die der *Parasitiformes*. Letztere wurden durch alle verwendeten Mittel fast völlig ausgeschaltet (Abb. 25).

Die *Trombidiformes* wurden hingegen lediglich durch Lindan und Lindan + DDT und die *Sarcoptiformes* nur durch die beiden HCH-Präparate geschädigt. Die unterschiedliche Wirksamkeit der Mittel könnte vielleicht damit erklärt werden, daß gerade im Stallmist in den letztgenannten Unterordnungen stark schwankende Individuenzahlen anzutreffen sind. Nach den früheren Betrachtungen (1) ließe sich z. B. bei den *Pyemotidae* eine schnelle Generationsfolge vermuten. Die geringe Wirkung des E 605 könnte durch Verdampfen entstanden sein, da der Stallmist zur Behandlung auf dem Feld ausgebreitet wurde und dort eine Woche bis zur Entnahme der Proben verblieb.

Betrachtet man den Einfluß der verwendeten Mittel auf die einzelnen Milbenformen, so fällt die Verminderung der *Laelaptidae* unter den *Parasitiformes* auf (Tabelle 3), welche allerdings den Ergebnissen im Feldversuch entspricht. In den Stallmistproben sind aber auch *Parasitidae* und *Uropoda* spec. stark reduziert. Mit den Ergebnissen im Feldversuch stimmt überein, daß die *Tyrophagus*-Arten in besonderem Maße betroffen wurden. Wir dürfen vermuten, daß auch die Oribatiden in den Stallmistproben geschädigt wurden, können dies aber in Anbetracht der geringen Individuenzahlen nicht beweisen. Die in großer Besatzdichte im Stallmist angetroffenen *Acaridiae* sind eindeutig durch Lindan und HCH dezimiert. Unter den *Acaridiae* wurden im Boden lediglich die Deutonymphen, *Rhizoglyphus* und *Anoetus* in größerer Zahl gefunden. Eine Schädigung dieser Tiere war durch alle verwendeten Pflanzenschutzmittel im Feldversuch erkennbar; auf eine graphische Darstellung dieser Ergebnisse wurde in den vorangegangenen Ausführungen jedoch verzichtet, da diese Deutonymphen im Verlauf der Untersuchungen sehr schwankende Individuenzahlen zeigten. Abschließend kann gesagt werden, daß die vorliegenden Ergebnisse im allgemeinen als Bestätigung für die im Feldversuch auf Feld 1 getroffenen Feststellungen gewertet werden können.

Tabelle 3

Der Einfluß von Pflanzenschutzmitteln auf die Milbenfauna im Stallmist

Milbenart	Kontrolle	Lindan	HCH	E 605	Lindan + DDT
Parasitiformes:					
Parasitidae	23	1	–	1	–
Laelaptidae	72	3	5	–	5
Uropoda spec.	17	1	·	3	3
Trombidiformes:					
Pyemotidae	222	102	279	681	117
Tarsonemus spec.	5	–	1	3	2
Sarcoptiformes:					
Acaridiae	464	28	92	416	464
Tyrophagus spec.	215	26	25	–	49
Rhizoglyphus Deutonph.	136	5	37	395	78
Anoetus Deutonph.	3	1	2	–	2
Eremaeidae	1	–		2	–
Oppia spec.	14	–	1	5	1
Oppia clavipectinata	11	·	2	10	1
Belbidae	9	–	–	1	1
Tectocepheus velatus	2	–	–	–	–

8. Diskussion der Ergebnisse

Die Untersuchungen über die Einwirkung von Bodenentseuchungsmitteln auf den Milbenbesatz des beschriebenen Ackerbodens zeigten eindeutig, daß die Milbenfauna durch jegliche Art von Bodenentseuchungsmitteln über längere Zeit erheblich gestört wird. Neben der quantitativen Herabsetzung der

Besatzdichte konnten sehr ausgeprägte qualitative Unterschiede in der Beeinflussung der einzelnen Unterordnungen, vor allem auch der niedrigen systematischen Einheiten, nachgewiesen werden. Obwohl auf Grund der lückenhaften Kenntnisse über die ökologische und bodenbiologische Bedeutung der einzelnen Milbenformen aus diesen Befunden keine ins einzelne gehenden Schlüsse über die Auswirkung einer solchen selektiven Schädigung auf das Bodenleben und auf die Bodenfruchtbarkeit gezogen werden können, beweisen diese Versuche doch grundsätzlich, daß Bodenentseuchungsmaßnahmen die Lebensgemeinschaft des Bodens nachhaltig verändern und zu ihrer Verarmung beitragen können. Ehe wir die erhaltenen Ergebnisse im einzelnen diskutieren, muß erörtert werden, inwieweit das vorgelegte Untersuchungsmaterial erlaubt, gültige Schlußfolgerungen zu ziehen. Unsere Betrachtung gliedert sich daher in folgende Abschnitte:

a. Die Notwendigkeit der Versuchsplanung und Auswertung unter statistischen Gesichtspunkten.
b. Die Dauer der Beeinflussung der Milbenfauna.
c. Die Ursachen und Auswirkungen der selektiven Wirkung der Mittel auf die Milbenfauna und die Möglichkeiten ihrer Regeneration.

a. Die Notwendigkeit der Versuchsplanung und Auswertung unter statistischen Gesichtspunkten

Aufgabe der vorliegenden Arbeit war es, die Veränderungen der Mesofauna, insbesondere der Milbenfauna eines Ackerschlages, durch die Anwendung chemischer Bodenentseuchungsmittel zu untersuchen, also quantitative Aussagen zu machen. Solche sind nur möglich, wenn es gelingt, repräsentative Mittelwerte für die Besatzzahlen von unbehandelten und behandelten Flächen zu gewinnen und deren Schwankungsbreite auf der Versuchsfläche richtig abzuschätzen. Die Erfüllung dieser Forderungen, welche bedauerlicherweise in ähnlichen Arbeiten oft übersehen wurde, ist gerade bei Untersuchungen über die Kleintierwelt des Bodens schwierig. Selbst wenn es sich — wie in dem hier bearbeiteten Beispiel — um die Fauna eines hinsichtlich der physikalischen und chemischen Bodeneigenschaften und der Bodenfruchtbarkeit einheitlichen Feldes handelt.

Erstens treten zahlreiche Milbenformen, deren Ernährung nur an bestimmte, unregelmäßig im Boden verteilte Medien gebunden ist (parasitische Formen, Aasbewohner, Stallmistbewohner u. a.), an den ihnen zusagenden Substraten gehäuft auf und fehlen in dem dazwischenliegenden Bodenraum.

Zweitens reagiert die Kleintierwelt des Bodens auf geringfügige Unterschiede des Standortes ziemlich stark, so daß oft in geringer Entfernung schon beträchtliche Unterschiede in der Besatzdichte mit Bodentieren bestehen (5).

Drittens besteht grundsätzlich die Möglichkeit, daß bei Behandlung eines Teiles des Bodens mit insektiziden bzw. acariziden Stoffen der Effekt einer solchen Behandlung durch Zuwanderung von unbehandelten Nachbarflächen abgemildert oder gefälscht wird.

Die Erkennung bzw. Ausschaltung der durch diese Faktoren entstehenden Fehlerquellen ist in Anbetracht der durch den Arbeitsaufwand beschränkten Zahl von Probenahmen und Analysen nur möglich, wenn die Versuche so geplant sind und so ausgewertet werden, daß sowohl die Variationsbreite

der Besiedelungsdichte innerhalb gleichartiger Flächen als auch die Unterschiede der Besiedelungsdichte verschiedenartig behandelter Flächen mit Hilfe theoretisch einwandfreier und praktisch bewährter mathematisch-statistischer Methoden erfaßt werden können. Dies gilt in ganz besonderem Maße für die Planung der Versuche, welche unter den gegebenen Umständen so erfolgen muß, daß mit dem geringsten Aufwand ein möglichst hohes Maß von Information über die Versuchsfragen gewonnen wird.

Obwohl mehrfach auf diese Notwendigkeiten in älterem und neuerem Schrifttum (5) (10) hingewiesen wurde, wird dies vielfach – bis in die neueste Zeit – außer acht gelassen. Vor allem wurde versäumt, bei Eingriffen in das Bodenleben durch Entseuchungsmittel Wiederholungsparzellen anzulegen (2). Auf diese Weise werden keinerlei Anhaltspunkte über die Variationsbreite der gefundenen Besatzzahlen erhalten. Auch wird es unmöglich sein, aus einer relativ kleinen Versuchsfläche, welche an einer nicht näher definierten Stelle eines Ackerschlages liegt, auf das ganze Feld zu schließen. Ein Vergleich solch einmaliger Ergebnisse auf einer behandelten und unbehandelten Fläche kann wohl in Extremfällen vorläufige Anhaltspunkte für die Beantwortung der gestellten Frage geben, aber selbst dies ist nur bei sehr kritischer Betrachtung durch genaue Aufgliederung des gefundenen Milbenmaterials möglich, da schon die zufällige Erfassung eines Nestes in der Ernährung spezialisierter Milben zu einem völlig falschen Bild führen kann. Zwar wird ein solcher Fehler weitgehend dadurch ausgeschaltet, daß die untersuchte Probe – wie allgemein empfohlen wird – eine Mischprobe aus mehreren an verschiedenen Stellen des gleichen „Biotops" entnommenen Einzelproben darstellt[9]. Aber selbst dann ist keine Aussage über die Variationsbreite der gefundenen Besatzzahlen zu machen, und es ist daher unmöglich, einen gültigen Schluß zu ziehen, ob eine gefundene Differenz als zufällige Schwankung oder als echter Unterschied zu werten ist.

Auf Ackerflächen sind die zu einer Mischprobe vereinigten Einzelproben zur Erzielung brauchbarer Durchschnittswerte über eine größere, bis zu 100 qm messende Fläche zu verteilen, vorausgesetzt, daß diese Fläche weitgehend gleiche Bodenverhältnisse aufweist (nach FRANZ [5] S. 22). Darüber hinaus ist es aber auf Kulturflächen, und gerade auf diesen, erforderlich, die Variationsbreite der Besatzzahlen durch Entnahme von Mischproben aus gleichbehandelten Parzellen, welche zufällig über die gesamte Versuchsfläche verteilt sind, näher zu bestimmen. Wie viele solcher Flächen je Versuchsglied, also je Behandlungsweise, angelegt werden müssen, hängt von der Größe der zu erwartenden Unterschiede zwischen den Behandlungen und dem gewünschten Grad der Information, also der gewünschten statistischen „Sicherung", ab. Auf kultivierten Flächen mit relativ einheitlichen Bodenbedingungen ist es zweckmäßig, eine der im Feldversuch erprobten Anordnungen

[9] Bei Untersuchungen an natürlichen Standorten, an welchen die Lebensbedingungen auf engem Raum wechseln, mag es angängig sein, Schlüsse auf diese örtlichen Unterschiede aus Einzelproben zu ziehen, welche an jeweils typischen und dem Augenschein nach homogenen Flächen gewonnen wurden. FRANZ (5) weist darauf hin, daß auch solche Proben Mischproben aus mehreren Teilproben sein müssen, um für die Einzelfläche einen Durchschnittswert zu erhalten. KÜHNELT (10) betont, daß es zweckmäßig sei, sich dadurch über die Homogenität oder Heterogenität der Verteilung der untersuchten Tiere zu orientieren, daß mehrere Proben an benachbarten, anscheinend gleichartigen Stellen entnommen werden. Es läßt sich statistisch leicht nachweisen, daß das letztgenannte Verfahren unbedingt erforderlich ist, um quantitative Aussagen über die Bevorzugung des einen oder anderen Standortes bei solchen Arten zu machen, die an beiden Standorten vorkommen.

für die Verteilung der Kontroll- und Versuchsflächen zu verwenden. Vor allem eine solche, in welcher die zufällige Verteilung der einzelnen gleich behandelten Versuchsflächen gegeben ist. Aus diesem Grund wählten wir die Anordnung des „lateinischen Quadrates" für unseren Versuch, wobei die Zahl von 5 Flächen je Behandlungsart in den Vorüberlegungen als zweckmäßig angesehen wurde.

Ein zweiter Mangel der Versuchsanlage in älteren Untersuchungen ist die zu geringe Größe der einzelnen behandelten Parzellen, gerade wenn es sich um Untersuchungen auf kultivierten Flächen handelt. Schon FRANZ (5) weist darauf hin, daß nur Mischproben von größeren Flächen Durchschnittswerte gewinnen lassen, welche nicht durch zufällige Ungleichmäßigkeiten allzu stark beeinflußt sind. Einzelflächen von 25 qm, wie sie verwendet wurden, sind aus den hier zugrunde liegenden statistischen Erwägungen heraus unzureichend. Soll — wie in unseren und ähnlichen Fällen — Wirkung und Nachwirkung eines schweren Eingriffes in das Bodenleben untersucht werden, so sind derartig kleine Flächen aber auch aus biologischen Gründen unzweckmäßig, denn es muß in diesen Fällen, ähnlich wie bei Feldversuchen mit sehr verschieden wüchsigen Sorten, mit einer erheblichen „Randwirkung" gerechnet werden, so daß die dem Parzellenrand nahen Zonen von der Auswertung ausgeschlossen werden müssen, wenn nicht in dieser Randzone gesonderte Proben entnommen werden. Je kleiner die Parzelle ist, um so größer ist diese möglicherweise beeinflußte Randzone. Bei leicht beweglichen, wanderlustigen Tieren, wie bei vielen Collembolen-Arten, wird diese Randwirkung noch verstärkt durch die eventuelle Überwanderung aus Nachbarflächen, welche bei kleinen Versuchsflächen frühzeitig die Ergebnisse trübt und dadurch zu falschen Schlußfolgerungen führen kann[10].

Aus diesen Erwägungen wurden in unseren Untersuchungen, welche die Nachwirkung von Bodenbehandlungen möglichst klar und eindeutig erfassen sollten, hinreichend große Parzellen gewählt und die Einzelproben innerhalb dieser Flächen unter Vermeidung der Randzonen in regelmäßiger Verteilung entnommen. Da es sich nach FRANZ (5) empfiehlt, nicht über 100 Quadratmeter je Einzelparzelle hinauszugehen, wurde dieser Höchstwert in unseren Versuchen eingehalten und gleichzeitig dafür gesorgt, daß die einzelnen Versuchsparzellen durch jeweils eine ebenso große Parzelle, welche außerhalb des Versuches lag, getrennt waren[11].

Durch die Abstimmung der biologischen und statistischen Überlegungen bei der Versuchsplanung und Versuchsanlage ist die erste Grundlage für eine statistische Auswertung gegeben. Fehlt diese Planung, so ist sehr häufig eine solche Auswertung unmöglich oder — falls sie formal möglich ist — oft inhaltlich unberechtigt. Doch auch bei in diesem Sinn richtiger Versuchsplanung muß im einzelnen geprüft werden, ob die gewonnenen Ergebnisse un-

[10] Der Unterschied in der Beweglichkeit und Wanderfähigkeit von Milben und Collembolen verbietet es von selbst, die an einer dieser Tiergruppen gewonnenen Ergebnisse auf das Verhalten der anderen Gruppe zu übertragen. Ähnlich müßten biologische Unterschiede im Verhalten der Vertreter der einen oder anderen Ordnung bei der Auswertung berücksichtigt werden. Auch gegen diese fast selbstverständliche Regel wurde in jüngster Zeit gelegentlich verstoßen.

[11] Durch diese Anordnung wurde gleichzeitig erreicht, daß im zweiten Versuchsjahr der Gesamtversuch auf den dazwischenliegenden Flächen wiederholt werden konnte, ohne daß der Versuch des ersten Jahres durch die Wiederholung des Versuches wesentlich beeinflußt wurde.

ter Berücksichtigung aller biologischen Beobachtungen während des Versuches einer statistischen Auswertung zugänglich sind. Die Wahl der Auswertungsmethode wurde in unserem Fall durch solche Überlegungen bestimmt. So darf auch in unserem Fall die Auswertung der auf den einzelnen Wiederholungsparzellen des Versuches gefundenen Besatzzahlen nicht unmittelbar wie in Ertragsfeldversuchen auf die gewonnenen Zahlenwerte aufbauen, sondern auf transformierte Werte (in diesem Fall Quadratwurzel der gewonnenen Werte). Die Gründe hierfür sind:

Die Zahl der im Boden auftretenden Milben ist — statistisch gesehen — als ein seltenes Ereignis anzusehen. Die theoretisch zu erwartende Verteilung dieser Werte entspricht nicht der Normalverteilung, sondern der Poisson-Verteilung.

Durch die Einwirkung von Pflanzenschutzmitteln auf die Population wird die Frequenz der Individuen nicht unabhängig von der Varianz verändert, so daß auch unter diesem Gesichtspunkt die Voraussetzungen der Normalverteilung nicht gelten und die Werte durch Transformation an diese angenähert werden müssen.

Die so gewonnenen Zahlen ermöglichen — wie auf Seite 31 ff gezeigt ist — nicht nur eine statistische Überprüfung der Ergebnisse einer einzelnen Analyse, sondern lassen auch weitere Schlüsse zu. Unter gewissen Voraussetzungen ermöglichen sie den Nachweis, daß einzelne Teile des Versuchsgeländes durch abweichende Standortsbedingungen gekennzeichnet sind. Sie erleichtern ferner durch Aufdeckung offensichtlicher Inhomogenität einzelner Meßreihen die Erkennung von Störungen der Ergebnisse durch die zufällige Erfassung von Kolonien bildenden Organismen. Sie gestatten schließlich — wie auf S. 31 ff gezeigt wurde — unter bestimmten statistischen und biologischen Voraussetzungen die zusammenfassende Auswertung der über einen längeren Zeitraum verteilten Probenahmen und regen weitere biologische Betrachtungen über die Möglichkeit und das Ausmaß von Wanderungsbewegungen der Milben an (vgl. S. 34).

Selbstverständlich führt die statistische Bearbeitung für sich allein zu keiner Vertiefung der Ergebnisse. Für diese müssen neben der unmittelbaren Beobachtung immer biologische Erwägungen entscheidend sein. Die statistische Betrachtung eines so umfangreichen Zahlenmaterials wie des hier vorliegenden gibt aber erst Auskunft darüber, inwieweit beobachtete Schwankungen der Besatzzahlen die dem Material eigene Variationsbreite überschreiten und in welcher Richtung daher biologische Erwägungen zulässig sind. Es muß nachdrücklich darauf hingewiesen werden, daß gerade die außerordentlich starke Abhängigkeit, z. B. der Milbenfauna, von geringen Veränderungen des Standortes und von anderen durch Beobachtung und Experiment heute noch kaum faßbaren Umweltbedingungen die statistische Bearbeitung und Kritik erfordert. Ohne eine solche ist es nicht möglich, selbst relativ große Schwankungen der Besatzdichte biologisch auszuwerten, ohne Gefahr zu laufen, einen Irrtum zu begehen. Nur die gegenseitige Kontrolle biologischer und statistischer Betrachtung kann in diesem Fall mit erträglichem Arbeitsaufwand zu gültigen Schlüssen führen. Wir haben dementsprechend die Schlußfolgerungen aus dem Beobachtungsmaterial auf die „gesicherten" Beziehungen beschränkt.

Unabhängig vom Problem der Versuchsanlage ist eine wohl selbstverständliche Voraussetzung für eine quantitative oder auch nur halb quanti-

tative Auswertung von Versuchsergebnissen, daß die Gewinnung und Verarbeitung aller Bodenproben unter möglichst gleichmäßigen Bedingungen und einheitlichen Voraussetzungen erfolgt. Hierzu gehört nicht nur eine in jedem Fall ähnliche gleichmäßige Verteilung der Einzelproben (Bohrereinstiche) über die einzelnen Versuchsflächen, sondern auch die Einhaltung konstanter Volumina bei der Bodenprobeentnahme. Nachdem wir uns überzeugt hatten, daß mit dem von uns verwandten Stechzylinder praktisch in jedem Fall gleiche Bodenvolumina je Einzelprobe entnommen worden waren (die mittlere Abweichung vom Mittelwert betrug auf Grund der Vorversuche bei jeweils 6 Einstichen [nur bei der ersten Probenahme 8 Einstichen] nur $\pm$ 4,8 %), wurden die Einzelproben zu Mischproben vereinigt, welche als Ganzes weiter verarbeitet wurden. Nach unseren Erfahrungen ist die Probenahme von Baudissins (2), welcher die Einzelproben mittels kleiner Schaufeln aus dem Boden hob, mit erheblichen Fehlern behaftet.

Die Austreibung der Milben im Berleseautomaten mußte ebenfalls bei allen Proben unabhängig von der Jahreszeit unter möglichst gleichen Bedingungen durchgeführt werden, denn alle älteren Erfahrungen zeigen, daß im Berleseverfahren, je nach den herrschenden Bedingungen und der dadurch verschieden lang ausgedehnten Austreibungszeit, mehr oder minder große Verluste entstehen können. Es dürfte wohl kaum möglich sein, dieses Verfahren so zu gestalten, daß es völlig quantitativ und verlustfrei arbeitet. Wir glauben aber, in der von uns entwickelten Apparatur (1) die größtmöglichste Konstanz aller Austreibungsbedingungen erreicht zu haben. Dadurch sind die Fehlerquellen des Berleseverfahrens zwar nicht ausgeschaltet, aber so gut es geht, auf eine für alle Untersuchungen gleiche Größe reduziert worden. Bei der Darstellung der Ergebnisse wurden grundsätzlich die in dem Einheitsvolumen der Mischproben gefundenen absoluten Zahlen angegeben. Die Umrechnung dieser Ergebnisse auf größere Bodenvolumina oder Bodenflächen, wie sie vielfach in der Literatur angewandt wird, würde die Relation zwischen den einzelnen Zahlenwerten nicht verschieben, aber allzu leicht ein falsches Bild von der Genauigkeit der Untersuchung geben (Kühnelt [10], S. 39). Eine solche Umrechnung wurde nur in jenen wenigen Fällen durchgeführt, in welchen unsere Ergebnisse mit denen anderer Autoren verglichen werden sollten, wobei es klar war, daß solche Vergleiche nur größenordnungsmäßige Anhaltspunkte geben.

b. Die Dauer der Beinflussung der Milbenfauna

Aus den auf S. 22 und 24 dargelegten Gründen können Schlüsse auf die Dauer der Mittelwirkung nur aus dem im Jahr 1952 angelegten Versuch gezogen werden. Da in diesem Versuch ebenso wie in dem des folgenden Jahres keine wesentlichen Unterschiede zwischen den einzelnen Mitteln vorhanden waren, erscheint es uns statthaft, in der folgenden Betrachtung auf die Untersuchung der Wirkung der verwendeten Mittel im einzelnen zu verzichten und alle Mittel zusammenzuziehen. Es sei jedoch erwähnt, daß E 605 hinsichtlich seiner Wirkungsdauer den übrigen verwendeten Wirkstoffen gegenüber unterlegen war, was in Anbetracht der hohen Flüchtigkeit des Phosphoresters verständlich ist, obwohl diese wahrscheinlich durch die Bindung an den staubförmigen Träger etwas abgemildert ist. Im folgenden ist

der Milbenbesatz auf den behandelten Parzellen dem auf den unbehandelten Parzellen gegenübergestellt.

Die gemeinsame statistische Betrachtung aller Analysen zwischen dem 9. 8. 1952 und dem 25. 8. 1953 mit Hilfe der Konkordanzanalyse berechtigt zu dem Schluß, daß innerhalb von 392 Tagen nach der Behandlung der Gesamtmilbenbesatz auf den behandelten Parzellen reduziert war, daß gegen Ende der Untersuchungsperiode jedoch die Unterschiede abklangen.

Mit Hilfe der varianzanalytischen Auswertung der Ergebnisse einzelner Stichtage konnten signifikante Unterschiede des Milbenbesatzes zwischen behandelten und unbehandelten Flächen zum letztenmal 218 Tage nach der Behandlung festgestellt werden. Die noch an späteren Zeitpunkten erkennbare Tendenz zu einer Reduktion des Gesamtmilbenbesatzes ist unter Zugrundelegung einer Irrtumswahrscheinlichkeit von 0,05 nicht mehr gesichert, aber so stark angedeutet, daß sie als Ausklingen der Wirkung betrachtet werden könnte (vgl. unten S. 45). An verschiedenen Stichtagen innerhalb der 218 Tage nach der Behandlung ließ sich mit Hilfe der Varianzanalyse keine Sicherung durchführen. Die nähere Betrachtung der betreffenden Werte macht wahrscheinlich, daß hier — wie auch am Ende der Untersuchungsperiode — eine starke Vermehrung einzelner weniger gegen Pflanzenschutzmittel empfindlicher Milbenformen einsetzt und das Gesamtergebnis stärker als an anderen Stichtagen (vgl. unten S. 45) beeinflußt. Für den Gesamtmilbenbesatz darf jedoch nach den Ergebnissen eine Schädigungsdauer von mindestens 218 Tagen angenommen werden. Diese untere Grenze der Schädigungsdauer in unseren Versuchen liegt aber bereits zu einem wesentlich späteren Zeitpunkt als die von anderen Autoren (2) veröffentlichten Daten. Danach sollte die Wirkung der Mittel Lindan, Lindan + DDT und E 605, welche allerdings als Gießmittel ausgebracht wurden, im Ackerboden nach höchstens 8 Wochen abgeklungen sein. In Waldböden will Keller (7) bereits am 23. Tage nach der Bodenbehandlung eine vollständige Ergänzung des Milbenbesatzes beobachtet haben, während Richter (11) in Waldböden die Reduktion der Milbenfauna durch ein techn. HCH-Streupräparat bis zu einem Jahr verfolgen konnte. Die Beobachtung Richters (11) stimmt mit unseren Beobachtungen überein. Gegen die Untersuchungen Kellers (7) bestehen so zahlreiche methodische Bedenken, daß wir hier auf eine Erörterung dieser Werte verzichten. Der Unterschied zwischen den Ergebnissen v. Baudissins (2) und unseren eigenen muß dagegen näher erörtert werden.

Der Vergleich unserer Ergebnisse mit denen v. Baudissins (2) wird allerdings dadurch erschwert, daß einmal über die Schwankungsbreite der Ergebnisse v. Baudissins (2) nichts bekannt ist, zum anderen aus der Arbeit nicht zu entnehmen ist, welche Wirkstoffmengen je Flächeneinheit angewandt wurden und schließlich — wie bereits angedeutet — die Methode der Probenahme und Auslese der Milben eine andere war. Zudem liegen keine Angaben über den Witterungsverlauf während der Untersuchungsperiode vor. So können unter Umständen hohe Temperaturen zu Wirkstoffverlusten infolge der Flüchtigkeit der Wirkstoffe führen, überstarke Niederschläge dagegen durch Auswaschung die wirksame Substanz reduzieren, wobei selbstverständlich die Wirkung im Einzelfall weitgehend von der Bodenbeschaffenheit des betreffenden Schlages abhängt. v. Baudissin (2) verwandte die Wirkstoffe als Gießmittel in emulgierter bzw. suspendierter Form (einer im Ackerbau nicht gebräuchlichen Anwendungsform), während wir die ent-

sprechenden Streumittel in der in der Praxis üblichen Weise in den Boden einhackten. Damit unterscheiden sich die Versuchsbedingungen in den beiden Versuchsreihen so stark, daß zu den unterschiedlichen Ergebnissen nur mit großem Vorbehalt Stellung genommen werden kann. Wenn wir außer acht lassen, daß aus methodischen Gründen in den Untersuchungen v. Baudissins (2) ein zu geringer Milbenbesatz erfaßt sein kann und daß auf Grund der Auslesemethodik vor allem diese Verluste sich auf zarte Milbenformen beziehen könnten, bleiben folgende Gründe für die unterschiedliche Wirkungsdauer.

Die effektive Wirkstoffmenge, bezogen auf das erfaßte Bodenvolumen, könnte bei v. Baudissin (2) geringer gewesen sein als bei uns.

Unterschiedliche Witterungsverhältnisse könnten in dem feuchteren Klima Schleswig-Holsteins zu einer früheren Auswaschung der Wirkstoffe aus dem Boden geführt haben, wofür andeutungsweise spricht, daß die Wirkung auf Sandboden früher abklang als auf dem untersuchten schweren Ackerboden.

Der Anteil der gegen die Wirkstoffe besonders empfindlichen Milbenformen war in den durch v. Baudissin untersuchten Feldern geringer als bei unseren Untersuchungen.

Auffällig ist der hohe Anteil der *Parasitiformes*, welche bei v. Baudissin (2) über zwei Drittel der gesamten Milbenpopulation ausmachen, während sie in unseren Untersuchungen nur ein Viertel der Gesamtmilbenzahl stellen. Da nach unseren Untersuchungen aber gerade die *Trombidiformes* und *Sarcoptiformes* am stärksten und in einigen Formen auch am längsten geschädigt wurden, könnte dieser Unterschied in der Zusammensetzung der bei der Analyse gefundenen Milbenfauna den Schlüssel für die sonst kaum erklärlichen Unterschiede geben.

Nach unseren Untersuchungen können wir unter besonderer Betonung der methodischen Bedenken der Ansicht v. Baudissins (2) nicht beipflichten, nach welcher das „biozönotische Gleichgewicht" hinsichtlich der Milbenfauna nach Entseuchung des Bodens mit organischen Insektiziden relativ schnell wiederhergestellt wird. Dies um so weniger, als nach zahlreichen Untersuchungen, vor allem auch auf forstlich genutzten Böden und auf Grünland, eine langandauernde Wirkung zumindest der HCH- und Lindan-Mittel auf bodenbewohnende Coleopteren-Larven festgestellt ist. Allerdings darf aus diesem Vergleich nicht abgeleitet werden, daß die Mittel auf die Milbenfauna insgesamt etwa die gleiche Zeit wirken könnten wie auf die Coleopteren. Denn es geht aus unseren Versuchen eindeutig hervor, daß die einzelnen Milbenformen in ganz verschiedenem Grade durch die Pflanzenschutzmittel betroffen werden.

Setzen wir die Analyse der Wirkungsdauer unter Aufgliederung des Formenspektrums weiter fort, so läßt sich klar erkennen, daß das offensichtliche Ausklingen der Mittelwirkung im letzten Halbjahr der Untersuchungsperiode, während welcher die einzelnen Tagesanalysen varianzanalytisch keine Mittelwirkung mehr erkennen ließen, durch eine deutliche Umschichtung des Formenspektrums gekennzeichnet ist. Ähnliches gilt auch für jene vorausgehenden Stichtage, an welchen die varianzanalytische Auswertung des Milbenbesatzes zu keinen Schlußfolgerungen berechtigte. Ebenso zeigt der Vergleich unserer Ergebnisse, mit denen von v. Baudissin (2), daß die

Zusammensetzung des Formenspektrums einen entscheidenden Einfluß auf die Wirkungsdauer der Mittel hat.

So sind während der gesamten Untersuchungsperiode von 392 Tagen nach der Behandlung die *Rhagidiidae*, *Eupodidae* und *Tydeidae*, die *Tyrophagus*-Arten und *Tectocepheus velatus* andauernd geschädigt. Auch bei der letzten Analyse läßt sich noch keine Angleichung der Besatzzahlen der behandelten Parzellen an die der unbehandelten erkennen. Während die Gesamtzahl der *Trombidiformes* auf den behandelten Parzellen durch die Empfindlichkeit der genannten, besonders stark geschädigten Vertreter, nicht beeinflußt wird, weil die besonders unempfindlichen *Pyemotidae* auch auf den behandelten Parzellen weit überwiegen, zeigt die ganze Unterordnung der *Sarcoptiformes* infolge des überwiegenden Anteils von *Tectocepheus velatus* bis zu über 392 Tagen nach der Behandlung eine ausgeprägte und durchweg gesicherte Reduktion durch die Mittelwirkung.

Abschließend muß daher festgestellt werden, daß die Zusammensetzung der Milbenfauna des Bodens durch alle in unseren Versuchen auf Feld 1 angewandten Pflanzenschutzmittel mindestens 392 Tage lang empfindlich gestört wird. Diese Störung kommt allerdings unter unseren Versuchsbedingungen nach schätzungsweise 250 Tagen nicht mehr in der Gesamtzahl der Milben je Bodenvolumeneinheit zum Ausdruck, da eine Reihe von unempfindlichen Milbenarten keinerlei Schädigungen aufweist, sondern sich unter günstigen Umweltbedingungen genau so stark oder stärker als auf den unbehandelten Parzellen vermehrt.

c. Die Ursachen und Auswirkungen der selektiven Wirkung der Mittel auf die Milbenfauna und die Möglichkeiten ihrer Regeneration

Im weiteren soll dargelegt werden, worauf die Selektivität der Wirkung beruht, welche — wie eben gezeigt — über Intensität und Dauer der Wirkung von Pflanzenschutzmitteln auf die Gesamtmilbenfauna entscheidet.

Die Ursachen für die unterschiedliche Empfindlichkeit verschiedener Milbenformen, wahrscheinlich auch unterschiedlicher Altersstufen der Milben, liegt zum Teil in der Bevorzugung bestimmter tieferer Bodenschichten durch einzelne Milbenformen begründet. Zum Teil scheint sie aber doch in einer physiologisch bedingten Unempfindlichkeit gegen die verwendeten Wirkstoffe ihre Ursache zu haben.

In unseren, allerdings nur mit Lindan durchgeführten Untersuchungen über die Tiefenwirkung der Mittel zeigte sich, daß bei der von uns angewandten Versuchsanstellung die Hauptwirkung in der Schicht von 0–5 cm Tiefe entfaltet und eine etwas geringere Wirkung noch in 5–10 cm Tiefe beobachtet wurde. Auch in den mit Gießmitteln durchgeführten Untersuchungen v. Baudissins (2) wurde die Hauptwirkung von HCH und DDT in den obersten 10 cm des Bodens festgestellt, während E 605 in diesen Versuchen bis zu 20 cm tief ziemlich stark wirkte. In unseren Ergebnissen finden sich keine Andeutungen für eine besonders starke Tiefenwirkung des E 605 im Vergleich zu den anderen angewandten Mitteln.

Vergleichen wir mit diesen Befunden die Bevorzugung bestimmter Bodenschichten durch die bestimmten Milbenformen, so zeigt sich, daß tatsächlich die minder betroffenen *Parasitidae*, *Laelaptidae*, *Pyemotidae*, *Scutacaridae*, *Eremaeidae* und *Notaspididae* auch in tieferen Bodenschichten

verhältnismäßig häufig auftreten (Tab. 2. S. 32), also zu einem erheblichen Teil durch die eingebrachten Wirkstoffe nicht oder nur wenig betroffen werden können. Im Gegensatz dazu befinden sich gerade die stark geschädigten Formen der *Rhagidiidae, Eupodidae* und *Tydeidae,* die *Tyrophagus*-Arten sowie auch *Tectocepheus velatus* vor allem in der obersten Bodenschicht von 0—5 cm Tiefe, so daß diese Formen bereits unmittelbar nach der Behandlung entscheidend getroffen und für längere Zeit an der Regeneration ihres Anteils der Milbenpopulation verhindert werden. Es wäre denkbar, daß sich bei diesen Formen schon eine einmalige kräftige Reduktion der Populationsstärke auf längere Zeit auswirkt. Jedoch lassen sich endgültige Aussagen heute auf Grund unseres Materials noch nicht machen. Mit der Tiefenwirkung der Mittel dürfte es auch zusammenhängen, daß eine Bodenbehandlung im Frühjahr die *Parasitidae* kaum schädigt (vgl. S. 28), während eine Sommerbehandlung des Bodens die Individuenzahl dieser Gruppe deutlich reduziert (vgl. S. 24). Die *Parasitidae* hielten sich nach unseren Ergebnissen zum Zeitpunkt der Frühjahrsbehandlung in tieferen Bodenschichten auf und befanden sich im Sommer in größerer Zahl in der obersten Schicht des von uns untersuchten Bodens.

Es ist unwahrscheinlich, daß die Bevorzugung bestimmter Bodenschichten durch die einzelnen Milbenformen die alleinige Ursache für die unterschiedliche Beeinflussung der Besatzdichte durch die Bodenbehandlung ist. Es hat vielmehr den Anschein, daß auch echte Unterschiede der Giftempfindlichkeit bei gleicher Exposition bei einzelnen Milbenformen vorkommen. So sind z. B. unter den *Parasitiformes* die ähnlich den *Parasitidae* in tieferen Bodenschichten auftretenden *Laelaptidae* nach der Bodenbehandlung im Frühjahr und Sommer erheblich stärker und dauernder geschädigt als die *Parasitidae.* Ähnliche Unterschiede zeigen sich auch bei den *Trombidiformes* bei den in gleicher Tiefenschicht vorkommenden *Scutacaridae* und *Pyemotidae.* Die erstgenannte Familie ist wesentlich länger durch die Bodenbehandlung beeinträchtigt als die zweitgenannte. Solche und ähnliche spez. Unterschiede, vor allem in der Dauer der Nachwirkung einer Bodenbehandlung, sind nicht ausschließlich auf eine ebenso lange Andauer der akuten Wirkung der Mittel zurückzuführen. Vielmehr muß berücksichtigt werden, daß auch unabhängig von der Dauer akuter Mittelwirkung eine kräftige Reduktion der Populationsdichte um so länger erkennbar bleibt, je später nach der Bodenbehandlung und in je geringerem Umfang eine Reproduktion dieser Form möglich ist. So könnte die kurze Dauer der Mittelwirkung auf die *Pyemotidae* im Gegensatz zu den *Scutacaridae* auch mit einem sehr hohen Vermehrungspotential der *Pyemotidae* in Zusammenhang gebracht werden. Dies um so mehr, als auf behandelten Parzellen (Sommer) bereits nach wenigen Wochen ein sprunghaftes Ansteigen der Besatzzahlen der *Pyemotidae* gerade auf den behandelten Parzellen beobachtet wurde.

Eine ähnlich starke Vermehrung wurde bei den *Parasitidae* und *Laelaptidae* bereits wenige Wochen nach der Bodenbehandlung im Frühjahr beobachtet.

Die Möglichkeit zu einer solch starken Vermehrung muß allerdings zum Teil ihre Ursache in einer größeren Resistenz der betreffenden Formen und Formenkreise gegen die angewandten Mittel haben, denn die Vermehrung der *Gamasina* und *Pyemotidae* tritt vor allem in der Bodenschicht von

0—5 cm, also in der besonders der Mittelwirkung ausgesetzten Schicht, ein. Die Jugendstadien von *Tectocepheus velatus* wurden dagegen in dieser Schicht durch alle verwendeten Wirkstoffe, außer E 605, während der ganzen Beobachtungszeit fast völlig unterdrückt (Abb. 17).

Betrachtet man das Verhalten der einzelnen Milbenformen während des Jahres, so fällt auf, daß am 20. 11., zu einem Zeitpunkt, an dem die Fortpflanzung der Milben gering sein dürfte, zwischen den behandelten und unbehandelten Parzellen keine nennenswerten Unterschiede im Milbenbesatz festzustellen waren. Sie traten erst mit Beginn des Bodenlebens im Frühjahr 1953 wieder in Erscheinung. Danach könnte angenommen werden, daß Larven- und Nymphenstadien der Milben durch die verwendeten Wirkstoffe stärker geschädigt werden als die adulten Formen. Einige Ergebnisse des Jahres 1953 an *Tectocepheus velatus*-Jugendstadien könnten auch in dieser Richtung gedeutet werden. Andererseits konnte bei *Gamasina*-Jugendstadien eine stärkere Empfindlichkeit gegen die verwendeten Mittel nicht beobachtet werden. Wenn spätere Untersuchungen Unterschiede in der Empfindlichkeit adulter und jugendlicher Stadien einzelner Milbenformen gegen die hier verwendeten Wirkstoffe sicherstellen sollten, ist zu erwarten, daß diese für einzelne bestimmte Formenkreise typische sind, während andere Formenkreise solche Unterschiede nicht zeigen. Da die Milben zum Teil im Jugendstadium eine andere Ernährungsweise und einen anderen Lebensraum bevorzugen als im adulten Stadium, müßte für die Jugendstadien erst festgestellt werden, ob die Empfindlichkeitsunterschiede echte Resistenzunterschiede darstellen oder aber, ob sie darauf beruhen, daß bestimmte Entwicklungsstadien außerhalb der Wirkungssphäre der Bodenentseuchungsmittel leben, andere dagegen in dieser.

Einige Beobachtungen deuten darauf hin, daß die einzelnen Milbenarten in unterschiedlicher Weise von den verschiedenen Wirkstoffen betroffen werden. Da jedoch diese Unterschiede in beiden Versuchsjahren nicht einheitlich auftraten, sei auf ihre Diskussion hier verzichtet, besonders, weil es nicht entschieden werden kann, ob derartige Wirkungsunterschiede nicht durch Unterschiede des erstgetroffenen Entwicklungsstadiums und durch die Verschiedenheit der Umweltbedingungen mitbestimmt sein können. In dieser Frage können erst weitere exakte Laboratoriumsuntersuchungen mit bestimmten Milbenformen Klarheit geben.

Freilich können statistische Erhebungen, wie die vorliegende, nur andeuttungsweise Unterlagen für das Problem der Selektivität geben. Die Tatsache, daß die verwendeten Bodenentseuchungsmittel selektiv wirken und daß diese Wirkung zwar zum Teil mit der Tiefenwirkung der Mittel zusammenhängt, zum anderen Teil aber auf echte Unterschiede der Mittelresistenz verschiedener Formenkreise zurückzuführen ist, müßte der Ausgangspunkt für weitere physiologische Untersuchungen sein. Die Aufgabe dieser Untersuchungen wäre es, auf gesicherter experimenteller Basis konkrete Aussagen über die Empfindlichkeit zumindest der Leitformen der Milbenfauna gegen die zur Bodenentseuchung verwendeten Insektizide zu machen.

Nach den vorangegangenen Erörterungen ist die Beeinflussung der Milbenfauna des Ackerbodens von folgenden Faktoren abhängig:

1. Von der spez. Toxizität, Wirkungsdauer und Tiefenwirkung der verwendeten Mittel sowie von der Höhe der Aufwandmenge und der Gleich-

mäßigkeit und Tiefe der Einarbeitung (bzw. bei Gießmitteln des Eindringens in den Boden).
2. Von der Bevorzugung bestimmter Bodenschichten durch die einzelnen Milbenformen, welche dauernd oder zeitweise außerhalb der Wirkungssphäre der Mittel leben.
3. Von der Jahreszeit, zu welcher die Bodenbehandlung vorgenommen wird.
4. Von etwaigen speziellen Unterschieden in der Empfindlichkeit der Milben gegen die Wirkstoffe.
5. Von der verschiedenen Vermehrungspotenz der Milbenarten.

Der Jahresgang der Besatzdichte auf behandelten Parzellen deutet darauf hin, daß zumindest bei manchen Milbenformen nach der anfänglichen Reduktion eine dauernde Ergänzung des Besatzes stattfindet. Durch die anhaltende Mittelwirkung wird jedoch eine völlige Ergänzung so lange verhindert, bis zu einem für einzelne Milbenarten charakteristischen Zeitpunkt die aktive Wirkstoffkonzentration unter die Toxizitätsschwelle der betr. Art sinkt.

Nachdem KELLER (7) auf eine solche Ergänzung aus unbehandelten Randbezirken hingewiesen hat, welche im Vergleich zu unseren Beobachtungen überraschend schnell vor sich gehen soll, müssen unsere Ergebnisse auch in dieser Richtung noch einmal betrachtet werden.

Die statistische Auswertung der eigenen Ergebnisse ergab keinen Hinweis für eine Wanderungstendenz der Milben, nach dem auf eine Ergänzung des reduzierten Besatzes behandelter Parzellen aus den großen Rand- und Zwischenparzellen unserer Versuchsanlage hätte geschlossen werden können. Wenn auch statistische Überlegungen, welche unter Zugrundelegung bestimmter Hypothesen angestellt werden, keinesfalls zu einer biologisch-ökologischen Frage ausreichen, machen sie doch eine so rasche Wiederbesiedelung — wie diese angenommen wurde — ziemlich unwahrscheinlich. Da einzelne Milbenformen im Frühjahr aus tieferen Bodenschichten nach oben wandern (1), könnte die Vermutung auftauchen, daß die Auffüllung des reduzierten Milbenbesatzes in den obersten Bodenschichten durch Wanderungsbewegungen aus tiefer gelegenen Schichten ausgeglichen werden könnte. Nach unseren Ergebnissen läßt sich diese Frage nicht eindeutig beantworten. Jedoch erweckt es den Anschein, daß eine solche Ergänzung durch Zuwanderung aus der Tiefe keine oder doch nur geringe Bedeutung hat. Bemerkenswert könnte hier aber sein, daß die *Uropodidae*, welche auf den Kontrollparzellen vornehmlich in der obersten Bodenschicht gefunden wurden, auf den mit Lindan behandelten Parzellen in der nächst tieferen Zone auftraten. Da diese Schicht auf den Kontrollparzellen kaum mit Tieren dieser Familie besiedelt war, ließe sich vermuten, daß die *Uropodidae* unter dem Wirkstoffeinfluß in tiefere Bodenzonen ausweichen.

Das Ansteigen der Besatzzahlen mit Jugendstadien der *Gamasina* und mit *Pyemotidae* in der obersten Bodenschicht ist eher durch verstärkte Vermehrung in eben dieser Schicht als durch Ergänzung aus tieferen Zonen zu erklären (vgl. Tab. 2). Es hat sogar den Anschein, als ob nach einer starken Reduktion durch Behandlung ein besonders starker Anstieg bei den *Pyemotidae* durch Vermehrung ausgelöst wird, wenn die Umweltbedingungen dies begünstigen. Insbesondere wurde dies auf den mit Lindan + DDT behandelten Parzellen, auf welchen ursprünglich die stärkste Depression der *Pye-*

motidae festgestellt wurde, beobachtet. Das entspricht ähnlichen Feststellungen v. Baudissins (2). Ob allerdings bei allen Milbenformen die Vermehrungspotenz für die Wiederauffüllung eines reduzierten Besatzes oder aber eine allmähliche Wiederbesiedelung (welche jedoch viel langsamer gehen dürfte als andere Autoren angenommen haben) für die Wiederherstellung eines Normalzustandes entscheidend ist, muß späteren Versuchen vorbehalten bleiben.

Schlußbetrachtung

In einer vorausgehenden Arbeit (1) wurde vor allem versucht, die Methodik zur Untersuchung der Mesofauna des Ackerbodens auf eine sichere Grundlage zu stellen, um damit die Basis für weitere agrarökologische Untersuchungen sowie für vorliegende Beurteilung der Beeinflussung der Bodenfauna durch Eingriffe im Zuge von Pflanzenschutzmaßnahmen zu verbessern.

Die ökologischen Untersuchungen bestätigten die Bedeutung der Milben als Indikatoren eines guten Fruchtbarkeitszustandes des Bodens (1). Ihre agrarökologische Bedeutung kann allerdings erst richtig beurteilt werden, wenn mehr Vergleichsmaterial von hochwertigen Ackerböden vorliegt und ihre Lebensweise und ökologische Valenz bzw. ökologische Funktion weiter erforscht sind.

Es ist wohl überhaupt nicht angängig, die Milbenfauna allgemein und die des Ackerbodens im speziellen als eine ökologische Einheit zu betrachten. Die bisher recht lückenhaften Kenntnisse über Lebensweise und Biologie der Milben des Bodens zeigen, daß die einzelnen Formen an grundsätzlich verschiedenen Stellen in den biozönotischen Komplex und in den Stoffumsatz des Bodens eingreifen. Daß die Milbenfauna des Bodens nicht als Einheit zu betrachten ist, geht besonders klar aus den Untersuchungen über die Wirkung von Bodenentseuchungsmitteln hervor. Diese stören und zerstören den Milbenbesatz des Bodens in allen Fällen, wenn auch vielleicht in quantitativ etwas verschiedenem Maße. Diese störende Wirkung kann leicht unterschätzt werden, wenn sie nach dem Gesamtmilbenbesatz bewertet wird. Dieser wird scheinbar verhältnismäßig frühzeitig ausgeglichen.

Nach Behandlung größerer Flächen — wie in unserem Fall — klingt allerdings diese Störung der Milbenfauna erst nach wesentlich späterer Zeit aus als nach der bisher allein beschriebenen Behandlung kleiner Versuchsflächen. Dieser Ausgleich ist innerhalb des ersten Jahres nach einer Bodenbehandlung quantitativ durch die unter Umständen überstarke Vermehrung einzelner, von den zugeführten Insektiziden wenig beeinflußbarer Milbenformen getragen. Die qualitative Zusammensetzung der Milbenfauna blieb während der ganzen Beobachtungszeit erheblich gestört, da eine Reihe von besonders empfindlichen Formen sich auch nach einem Jahr noch nicht wieder erholt hatte.

Praktische Folgerungen können aus dieser Tatsache allerdings nicht gezogen werden, da noch nicht bekannt ist, welche Formen als ausgesprochen nützliche Glieder der Lebensgemeinschaft des Bodens, d. h. als Zersetzer von Pflanzensubstanz und als Humusbildner, im einzelnen angesprochen werden können. Wenn auch die besonders durch die Bodenbehandlung betroffenen Formen zum Teil von Pflanzensubstanz leben, ist damit noch nicht gesagt,

daß der Ausfall ihrer Tätigkeit nicht durch andere, weniger geschädigte Formen ausgeglichen werden könnte. Eine Klärung dieser Frage kann erst nach weiterem intensivem Studium erfolgen.

Zusammenfassung

1. Unter Berücksichtigung biologischer und statistischer Gesichtpunkte wurde die Größe behandelter und unbehandelter Untersuchungsparzellen auf je 100 qm bemessen und eine Versuchsanordnung gewählt, in welcher die zufällige Verteilung von je fünf gleich behandelten Parzellen über die ganze Versuchsfläche gegeben war. Nur einige orientierende Untersuchungen erfolgten auf kleinen Einzelparzellen.

2. Zur Entnahme der Bodenproben auf diesen Parzellen eignete sich aus praktischen Gründen als Stechzylinder ein der Länge nach halbiertes Stahlrohr, mit welchem weitgehend konstante Bodenvolumina erhalten wurden.

3. Die Austreibung der Milben im Berleseautomaten erfolgte erstmalig durch die Verwendung von Kaltlicht und Heizrohr, wodurch die Bodenproben im Automatenschrank langsam austrockneten und dadurch geringere Ausleseverluste erreicht wurden.

4. Auf allen mit Pflanzenschutzmitteln behandelten Flächen, auch auf den zu orientierenden Untersuchungen mit flüssigen Bodenentseuchungsmitteln behandelten Kleinparzellen, wurde eine erhebliche Beeinträchtigung der Milbenfauna beobachtet.

5. Unter Anwendung mathematisch-statistischer Methoden konnten für den Gesamtbesatz behandelter und unbehandelter Parzellen über einen Zeitraum von 218 Tagen signifikante Unterschiede nachgewiesen werden, welche auf die im Boden wirksamen Pflanzenschutzmittel zurückzuführen waren.

6. Manche Milbenformen zeigten jedoch noch nach 392 Tagen eine starke Schädigung und ließen während dieser Zeit an keinem Beobachtungstermin eine Ergänzung des reduzierten Besatzes erkennen. Andere wurden bereits zu einem erheblich früheren Zeitpunkt nicht mehr beeinträchtigt.

7. Es zeigte sich also eine Selektivität der Wirkung, deren Ursache zum Teil in der unterschiedlichen Tiefenschichtung der gefundenen Milbenformen einerseits, andererseits aber in der geringen Tiefenwirkung eines daraufhin untersuchten Pflanzenschutzmittels zu sehen war. Offensichtlich war diese selektive Wirkung aber auch auf eine unterschiedliche Empfindlichkeit der gefundenen Milbenformen bzw. auf eine physiologische Resistenz und zum Teil auf ein stärkeres Vermehrungspotential mancher Formen zurückzuführen.

8. Während der Beobachtungsperiode ergab sich kein Hinweis auf eine nennenswerte Ergänzung des dezimierten Besatzes aus tieferen Bodenschichten. Auch eine schnelle Zuwanderung aus unbehandelten Nachbarflächen war nach den Ergebnissen unwahrscheinlich.

Summary

1. For biological and statistical reasons, the area of the treated and untreated plots was fixed at 100 sq. m. and a test arrangement was selected to give a random distribution of each five similarly treated plots over the

whole area. Only a few preliminary trials were carried out on small individual plots.

2. From a practical point of view, a steel pipe, cut in half longitudinally, was used for taking soil samples and very constant soil volumes were obtained.

3. The mites were separated in a Berlese funnel, using cold light and a heating tube so that the samples dried slowly and there was a smaller loss during separation.

4. A considerable effect on the mite population was observed in all the plots treated with plant protection materials and in the small plots treated with liquid soil disinfectants during preliminary tests.

5. Using mathematical statistical methods, a significant difference in the total population of treated and untreated plots could be shown over a period of 218 days, due to plant protection materials active in the soil.

6. Many species of mites were markedly affected even after 392 days and no sign of increase of the reduced population could be seen at any time during the observation period. Others were no longer affected after a considerably shorter time.

7. A selectivity in action was thus apparent, the cause of which could be seen, in part, in the different depths at which the mite species found lived, on the one hand and the low effective depth of a plant protection material examined, on the other. This selectivity was, however, obviously also due to a difference in susceptibility in the mite species present or to a physiological resistance or, partly, to a stronger increase potential of many forms.

8. During the period of observation, there was no indication of any replenishment of the decimated population of the deeper soil layers. A quick migration from neighbouring untreated plots was unlikely according to the results.

Literatur

1. Baring, H. H.: Die Milbenfauna eines Ackerbodens und ihre Beeinflussung durch Pflanzenschutzmittel. I. Teil: Ökologische Betrachtungen über die Milbenfauna des Bodens im Leinetal. Z. angew. Entom. 39, S. 410–444, 1956.
2. Baudissin, Graf Friedr. v.: Die Wirkung von Pflanzenschutzmitteln auf Collembolen und Milben in verschiedenen Böden. Zool. Jb. (Syst.) **81**, S. 47–90. 1952.
3. Brown, A. W. A.: Insect Control by Chemicals. New York 1951.
4. Dixon, W. J., Massey, Fr. J.: Introduction to Statistical Analysis. New York 1952.
5. Franz, H.: Bodenzoologie als Grundlage der Bodenpflege mit bes. Berücksichtigung der Bodenfauna in den Ostalpen und im Donaubecken. Berlin 1950.
6. Fuchs, W. H., Bodenentseuchung, in: Handb. d. Pflanzenkrankheiten, Bd. VI/I, 2. Aufl. Paul Parey, Berlin und Hamburg.
7. Keller, H.: Über die Wirkung einer Bodenbegiftung mittels DDT- und Hexa-Mitteln auf die Kleinarthropoden, insbes. Collembolen. Naturwiss. **38**, S. 480–481. 1951.
8. Kempthorne, O.: The Design and Analysis of Experiments. New York 1952.
9. Kendall, M. G.: Rank Correlation Methods. London 1948.
10. Kühnelt, W.: Bodenbiologie. Wien 1950.
11. Richter, G.: Die Auswirkung von Insektiziden auf die terrikole Makrofauna (quantitative Untersuchungen begifteter und unbegifteter Waldböden). Nachr.Bl. f. d. Dtsch. Pflanzenschutzdienst Bd. 7, Heft 4. 1953.

Aus dem Forstzoologischen Institut der Universität Göttingen

Eine neue *Megastigmus*-Art, *Megastigmus zwölferi nov. spec. (Hymenoptera, Chalcididae)* als Samenstörer von *Pinus strobus*[1]

Von Verena Schefer-Immel

Am 24. 11. 1955 erhielt unser Institut eine Einsendung von Weymouthskiefern-Reinigungsabgang der Hessischen Staatsdarre Gammelsbach, Beerfelden im Odenwald. Die Samen wiesen Insektenbefall auf. Sie stammten aus den Strobenbeständen des Forstamtes Waldmichelbach i. O., und zwar aus kleineren Strobenreinbeständen. Bei einer Untersuchung des eingesandten Materials stellte sich heraus, daß 10—15 % des Samens von Hymenopterenlarven, und zwar solchen der Gattung *Megastigmus* Dalm. befallen waren. Bisher waren in Deutschland weder an *Pinus strobus* noch an anderen *Pinus*-Arten Megastigmen als Samenzerstörer aufgetreten. Aus der Literatur ist lediglich ein Vorkommen von *Megastigmus albifrons* Walk. an *Pinus ponderosa* für Nordamerika bekannt.

Abb. 1. Von *Megastigmus zwölferi* verlassener Weymouthskiefern-Samen (Vergr. etwa 12mal)

Die Samen wurden zur Weiterzüchtung der Schädlinge z. T. im Thermostaten (bei 22° C), z. T. bei Zimmertemperatur (18 bis 20° C) aufbewahrt. Am 5. 12. 1955 wurden die ersten Puppen festgestellt und am 2. 1. 1956 schlüpften die ersten Imagines. Die Schlüpftermine der im Thermostaten und der bei Zimmertemperatur weitergezüchteten Tiere waren nur um wenige Tage verschieden. Das Geschlechtsverhältnis der geschlüpften Tiere war etwa 1:1. Die Männchen schlüpften einige Tage früher als die Weibchen. Parasiten konnten keine festgestellt werden. Die Schlupflöcher der Imagines befanden sich meist am Vorder- oder Hinterende des Samens (Abb. 1).

[1] Ich möchte nicht versäumen, an dieser Stelle Herrn Prof. Dr. Dipl.-Ing. E. Schimitschek für seine wertvollen Ratschläge und seine Unterstützung bei der Beschaffung von Vergleichsmaterial und Literatur herzlich zu danken.

Die erhaltene Art stimmte mit keiner der bekannten Megastigmen überein. Nach eingehendem Studium der älteren und neuen Literatur und nach Vergleichen mit verschiedenen, vom Wiener Naturhistorischen Museum (Herrn Dr. M. Beier) uns in freundlicher Weise zur Verfügung gestellten *Megastigmus*-Arten, konnte als sicher angenommen werden, daß es sich um eine neue Art handeln mußte. Sie unterscheidet sich in mehreren wichtigen Merkmalen deutlich von allen bisher bekannten *Megastigmus*-Arten. Eine Beschreibung der vorliegenden Art erschien deshalb durchaus berechtigt. Sie wurde zu Ehren des bekannten Forstentomologen Professor Dr. W. Zwölfer *Megastigmus zwölferi* benannt.

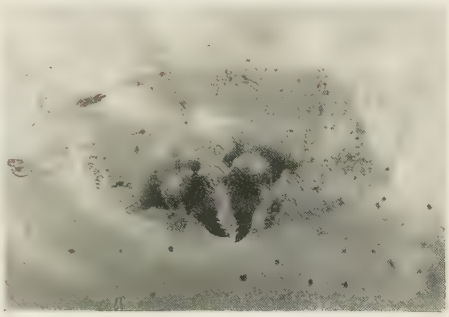


Abb. 2. Mandibeln der Larve von *M. zwölferi* (Vergr. etwa 120mal)

Abb. 3. ♀ von *M. zwölferi* (Vergr. etwa 10mal) (Phot. Schimitschek)

Megastigmus zwölferi nov. spec.

Länge der ausgewachsenen Larve 2,7—3,0 mm. Länge der männlichen Puppe kurz vor dem Schlüpfen 2,7 bis 2,8 mm, der weiblichen Puppe 2,9—3,0 mm. Mandibeln der Larve in der Regel vierzähnig (Abb. 2). Bei einigen Larven war die Zahnzahl der einzelnen Mandibeln verschieden, die eine Mandibel besaß 4, die andere 5 Zähne. Larven mit beiderseits fünfzähnigen Mandibeln wurden nicht beobachtet.

Weibchen (Abb. 3)

Körper + Kopf:	3,3—3,5 mm
Vorderflügel:	2,8—3,0 mm
vorstehender Bohrerteil:	2,4—2,7 mm

Kopf von oben breiter als lang (55:31), grob viereckig; von vorn abgerundet, etwas breiter als hoch (60:51). Ocellen hell-rotbraun, ziemlich einander genähert. Sie bilden ein stumpfwinkeliges Dreieck, wobei die beiden vorderen Ocellen mehr als doppelt so weit voneinander entfernt sind als von der hinteren (12:5). Augen rotbraun, mäßig gewölbt, etwas vorstehend, oval, unbehaart. Vor jeder Augenspitze befindet sich auf der Stirn ein gelbbrauner Orbitalfleck. Der Scheitel überragt die Augen nur sehr wenig. Augenhöhe ungefähr gleich der halben Kopfhöhe (26:51). Gesicht vom oberen Rand der Antennenwurzeln abwärts gelb, Stirn dunkelbraun. Augen bis in die halbe Höhe des Fühlerschaftes breit gelb umrandet, Scheitel und Hinterhaupt dunkelbraun. Clypeus mit 2 Endzähnen und wie die Wangen zitronengelb. Mandibeln leicht braungelb, ihre Spitzen dunkelbraun. Kopf unterseits im vorderen Teil ebenfalls gelb, im hinteren dunkelbraun.

Abb. 4a. Fühler des ♀ von *M. zwölferi* (Vergr. etwa 43mal)

Fühler braungelb, nur die Fühlerwurzeln und die Unterseiten des Fühlerschaftes, des Wendegliedes und des Ringgliedes gelb. Ringglied kurz und schmal. Alle Glieder der Fühlergeißel sind etwa gleichlang. Glied 1 und 2 länger als breit, die folgenden Glieder ungefähr so breit wie lang oder etwas breiter. Die Keule (gebildet aus den 3 letzten Geißelgliedern) rundlich eiförmig und etwa so lang wie die beiden vorhergehenden Geißelglieder zusammen (Abb. 4a).

Abb. 5a. Radiusknopf des weiblichen Flügels (Vergr. etwa 120mal)

Pronotum dunkelbraun, stark quergerunzelt, glänzend; mit 2 kleineren, rundlichen gelbbraunen Flecken, die sich in den beiden hinteren Ecken befinden. An den Seiten des Pronotums ebenfalls je ein kleinerer gelbbrauner Fleck. Hinterrand des Pronotums schwach halbkreisförmig geschwungen, glatt und stark glänzend. Mesoscutum ebenfalls dunkelbraun, glänzend und quergerunzelt, ebenso die Scapulae und Axillae. Parapsidenfurchen dunkel. Scutellum dunkelbraun, schwächer gerunzelt als der übrige Thorax, stark glänzend und buckelig gewölbt. Propodeum besonders stark gerunzelt, dunkelbraun, glänzend, mit einer seichten medianen Furche. Thorax mit steifabstehenden Haaren. Seine Unterseite dunkelbraun.

Abdomen dorsal dunkelbraun, Tergite IV, V, VI und oft auch VII lateral mit je einem gelben Streifen am Hinterrand. Tergite VIII und IX ganz dunkelbraun. Latero-ventral läuft ein gelbbrauner Streifen von Tergit III bis VIII. Unterseite des Abdomens dunkelbraun. Legebohrer ebenfalls dunkelbraun.

Coxen, Trochanteren und Femora der Vorderbeine hellgelb, ihre Tibien und Tarsen etwas dunkler gelb (gelbbraun). Coxen der Mittelbeine dunkelbraun, ihre Unterseiten und Spitzen gelbbraun. Die übrigen Glieder der Mittelbeine alle braungelb. Hinterbeine bis auf die dunkelbraunen, mit helleren Spitzen versehenen Hüften gelbbraun. Die Klauen aller Beine dunkelbraun.

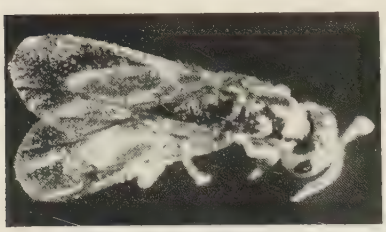


Abb. 6. ♂ von *M. zwölferi* (Vergr. etwa 12mal).

Flügel hyalin, irisierend. Radiusknopf und Geäder braun, Basalnerv nur schmal, aber deutlich angelegt, schwach braun gefärbt. Proximale $^2/_3$ des Submarginal-

nervs mit 10—11 kräftigen Borsten. Radiusknopf oval, Schnabel im stumpfen Winkel von ihm abgehend und nach der Spitze zu verschmälert. Radiusknopf nicht ganz doppelt so lang wie der Radius (Abb. 5a).

Männchen (Abb. 6)

Körper + Kopf: 2,9—3,3 mm
Vorderflügel: 2,5—2,6 mm

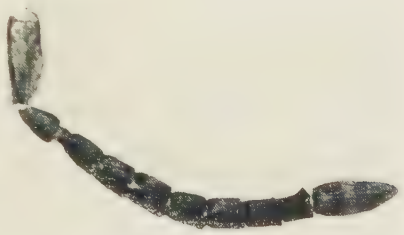


Abb. 4b. Fühler des ♂ von *M. zwölferi* (Vergr. etwa 43mal)

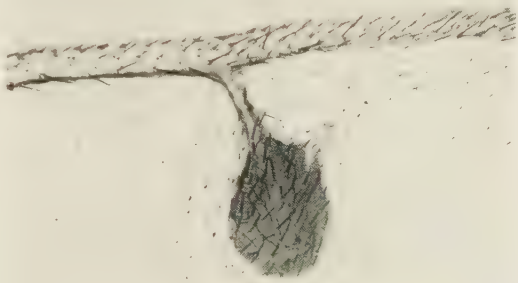


Abb. 5b. Radiusknopf des männlichen Flügels (Vergr. etwa 120mal)

Kopf von oben breiter als lang (60:41), grob viereckig; von vorn abgerundet, etwas breiter als hoch (59:50). Ocellen hellrotbraun, einander genähert. Sie bilden ein stumpfwinkeliges Dreieck, wobei die beiden vorderen, nebeneinanderliegenden Ocellen ungefähr doppelt so weit voneinander entfernt sind wie von der hinteren (12:6). Augen dunkelrotbraun bis dunkelbraun, etwas vorstehend, mäßig gewölbt, oval, unbehaart. Sie sind ganz gelb umrandet. Der Scheitel ist dunkelbraun und überragt die Augen nur sehr wenig. Die Augenhöhe entspricht ungefähr der halben Kopfhöhe (53:26). Clypeus mit zwei schwachen Zähnen, hellgelb. Mandibeln gelbbraun, ihre Spitzen dunkelbraun. Der übrige Kopf ist — ausgenommen der dunkelbraune Scheitel und das ebenfalls dunkelbraune Hinterhaupt — zitronengelb.

Die Fühler sind braungelb bis auf die Unterseiten von Schaft, Wendeglied und Ringglied, welche gelbgefärbt sind. Das Ringglied ist sehr kurz und schmal. Die Geißelglieder sind länger gestreckt als beim Weibchen. Sie sind alle etwa gleich lang und etwas länger als breit, das 2.—6. etwas breiter als das 1. und das letzte. Fühlerkeule spitz eiförmig und etwas länger als die beiden vorhergehenden Geißelglieder zusammen (Abb. 4b).

Thorax oberseits stark glänzend, dunkelbraun, gänzlich quergerunzelt. Pronotum dunkelbraun, in seiner hinteren Hälfte mit 2 großen hellgelben Flecken, die sich an ihren Hinterrändern in der Mediane einander stark nähern und fast den Pronotumrand erreichen. An ihren Vorderenden klaffen sie weit auseinander und lassen ein dunkelbraunes Dreieck zwischen sich, dessen Spitze dem Pronotum-Hinterrand zugekehrt ist. Seiten des Pronotums und Prosternum gelb. Hinterrand des Pronotums nur schwach halbkreisförmig geschwungen, glatt und glänzend. Mesoscutum schwach gewölbt, dunkelbraun, glänzend und quergerunzelt, ebenso die Scapulae und Axillae. Scutellum und Metanotum gleichfalls dunkelbraun, glänzend und quergerunzelt; Scutellum jedoch schwächer gerunzelt und bucklig gewölbt. Pro-

podeum besonders stark gerunzelt, dunkelbraun, glänzend. Median trägt es eine schwache Carina. Thorax unterseits mit Ausnahme des Prosternums dunkelbraun. Nur vor den Mittelhüften je ein schwacher gelber Streifen. Thorax steif abstehend behaart.

Abdomen bis zum Tergit VI dorsal und seitlich glänzend dunkelbraun, mit je einem schwachen gelben Streifen auf den Tergiten IV, V und VI. Tergite VII bis IX gelbbraun, Unterseite ganz gelb. Behaarung des Abdomens etwas heller als die des Thorax.

Hüften, Schenkelringe und Schenkel der Vorderbeine hellgelb, Tibien und Tarsen gelbbraun. Mittelbeine vollständig braungelb. Coxen der Hinterbeine oberseits braun, unterseits gelb, die übrigen Glieder der Hinterbeine braungelb. Die Klauen aller Beine braun.

Flügel hyalin, irisierend. Radiusknopf und Geäder braun, Basalnerv nur schmal, aber deutlich angelegt, schwach braun gefärbt. Proximale $^2/_3$ des Subcostalnervs mit 10—12 dunkelbraunen Borsten. Radiusknopf fast rund, meist ungefähr doppelt so lang wie der Radius oder etwas mehr als doppelt so lang. Schnabel des Radiusknopfes im rechten Winkel von ihm abgehend. Radiusknopf des Männchens etwas länger und breiter als der des Weibchens (Abb. 5 b).

Typen in der Sammlung des Forstzoologischen Institutes der Universität Göttingen, Hann.-Münden.

Megastigmus zwölferi nov. spec. dürfte *M. strobilobius* Ratz. und *M. grönblomi* Kangas nahestehen. Die Grundfärbung von *M. zwölferi* ist jedoch tief-dunkelbraun, während diejenige der beiden erstgenannten Arten schwarz ist. Weitere Unterschiede zu *M. strobilobius* und *M. grönblomi* liegen in der unterschiedlichen Größe und Körperzeichnung, der Färbung des Kopfes, der Form der Fühler, des Radius und des Radiusknopfes. Die Augen des ♀ von *M. zwölferi* sind zur Hälfte, die des ♂ ganz gelb umrandet, während die Augen des ♀ von *M. strobilobius* ganz gelb umrandet und die des ♀ von *M. grönblomi* mit zwei Unterbrechungen, die des ♂ fast — jedoch nicht ganz einheitlich — gelb umrandet sind. Unterschiede bestehen auch in der Zeichnung des Pronotums, das bei *M. strobilobius* am Hinterrand einen gelben Streifen trägt, bei *M. grönblomi* beim ♀ meist ganz schwarz (selten mit einem leichten gelben Anflug) und beim ♂ mit zwei gelben Flecken gezeichnet ist. Bei *M. zwölferi* tritt in beiden Geschlechtern stets je ein gelber Fleck zu beiden Seiten der Mediane des Pronotums auf; die Flecken unterscheiden sich jedoch in Größe und Farbintensität beim ♂ und ♀. Der Radius von *M. zwölferi* ist schmal, der Radiusknopf doppelt so lang wie der Radius. Bei *M. strobilobius* ist der Radius kurz und dick und bei *M. grönblomi* ist er ebenfalls ziemlich dick, die Form des Radiusknopfes weicht von derjenigen von *M. zwölferi* ab. Die Fühler unterscheiden sich von denjenigen von *M. strobilobius* und *M. grönblomi* durch die geringere Länge des ersten Geißelgliedes bei *M. zwölferi*, das die folgenden Glieder nicht an Größe übertrifft, während es bei den beiden anderen Arten stets länger als die folgenden Geißelglieder ist.

Zusammenfassung

Es wurde erstmalig der Befall von Weymouthskiefern-Samen durch eine *Megastigmus*-Art festgestellt. Bei dem Schädling handelt es sich um eine neue Art, die *Megastigmus zwölferi*

benannt wurde. ♂ und ♀ werden beschrieben. Es werden der neuen Art die ihr am nächsten stehenden Species *M. strobilobius* Ratz. und *M. grönblomi* Kangas gegenübergestellt.

Summary

The attacking of Weymouth Pine seeds by a species of *Megastigmus* is reported for the first time. The pest represents a new species which has been named *Megastigmus zwölferi*. Both sexes are described. The new species is compared with the allied *M. strobilobius* Ratz. and *M. grönblomi* Kangas.

Literatur

Crosby, C. F., 1913: A revision of N. American Species of *Megastigmus* Dalman. Ann. ent. Soc. Amer., **6**: 155–170.

Escherich, K., 1938: Die phytophagen *Megastigmus*-Arten *(Chalcididae)* als Zerstörer von Nadelholzsamen. Z. angew. Ent., **25**: 363–380.

Hoffmeyer, E. B., 1929: Aus Samen gezüchtete Callimoniden. Ent. Meddel., **16**: 323–334.

— 1930 a: Notes on some North American *Callimonidae (Hym., Chalc.)*. Ibid., **17**: 213 bis 218.

— 1930 b: Beiträge zur Kenntnis der dänischen Callimoniden mit Bestimmungstabellen der europ. Arten. Ibid., **17**: 232–260.

Hussey, N. W., 1954 a: Variation in *Megastigmus pinus* Parfitt (Hym., Chalcidoidea, Torymidae). The Entomologist's Monthly Magazine, Vol. xc, Okt. 1954: 198–201.

— 1954 b: Revised Descriptions of three *Megastigmus* Species *(Hym., Torymidae)* associated with seeds of Silver Fir. Ibid., Vol. xc, Nov. 1954: 223–225.

— 1955: The Life-Histories of *Megastigmus spermotrophus* Wachtl *(Hym., Chalcidoidea)* and its principal Parasite, with Descriptions of the Developmental Stages. Trans. Royal. Ent. Soc. of London, Vol. **106**, 2: 133–151.

Kangas, E.: 1955: Eine neue *Megastigmus*-Art *(Hym., Chalcididae)* als Samenschädling an *Abies sibirica*. Ann. ent. fenn. **11** (3): 177–184.

Kapuściński, St., 1946: *Megastigmus Kuntzei* n. sp. *(Hym., Chalcididae)* Destructive Insect feeding in Seeds of common Juniper's *(Juniperus communis* L.). Institut Polonais des Recherches Forestieres, Seria 17, Nr. 47, Krakow.

Milliron, H. E., 1949: Taxonomic and biological investigations in genus *Megastigmus*. With particular reference to the taxonomy of Nearctic Species *(Hym., Chalcidoidea, Callimonidae)*. Amer. Midl. Nat., **41** (2): 257–420.

Novitzky, S., 1954: Beiträge zur Kenntnis der Nadelholz-Samenzerstörer. I. Zedernsamen-Chalcidier-*Megastigmus schimitscheki* nov. spec. Z. angew. Ent., **36**, 2: 218–224.

Mitteilung Nr. 42 des Agrobiologischen Laboratoriums „Boekesteyn", 's-Graveland (Niederlande)

Insektizide und akarizide Wirksamkeit von 2,4,5,4'-Tetrachlor-Diphenyl-Sulphon (Tedion)

Von J. Meltzer, 's-Graveland (Ndld.)

1. Einleitung

Die akarizide Wirksamkeit des Tedion wurde in zwei früheren Veröffentlichungen beschrieben (1, 2). Aus der zusammenfassenden Tabelle 1 ist ersichtlich, daß das Tedion imstande ist, bei sehr niedrigen Konzentrationen in der verwendeten Emulsion eine totale Abtötung der Eier und Larven von *Tetranychus urticae* Koch zu erzielen. Die dazu benötigten Konzentrationen sind beträchtlich niedriger als die für p-chlorphenyl-p-chlorbenzensulphonat

Tabelle 1

Mortalität der Eier und Larven von Tetranychus urticae Koch auf Bohnenblättern, die in Emulsionen verschiedener Oviziden untergetaucht worden sind

Verbindung	Konzentr. Wirkstoff (T.p.M.)	Anzahl Versuche	Untergetauchte Eier		Eier, gelegt auf trockenen Belag	
			Tötung der Eier %	Totale[1] Mortalität %	Tötung der Eier %	Totale[1] Mortalität %
CPCBS	100	8	79	100	71	89
	30	7	54	100	28	45
	10	5	26	48	9	20
	3	2	1	2	3	28
CPBS	300	16	75	100	93	100
	100	19	55	98	69	88
	30	6	39	73	12	63
	10	3	1	43	1	8
	3	2	1	6	1	1
Chlorbenside	300	1	100	100	100	100
	100	5	60	98	63	79
	30	5	39	85	62	65
	10	5	17	44	49	56
	3	4	17	42	23	34
Tedion	100	30	93	100	100	100
	30	40	90	100	99	100
	10	32	81	99	98	100
	3	25	40	96	95	100
	1	12	8	91	68	86
	0,3	7	3	52	43	57

[1] Einschließlich Mortalität der Larven und Nymphen.

(CPCBS), p-chlor-phenyl-benzensulphonat (CPBS) und p-chlorphenyl-p-chlorbenzylsulphid (Chlorbenside).

Auch die Eier und Larven von Obstmilben, *Metatetranychus ulmi* Koch sind sehr empfindlich für Tedion, wie Tabelle 2 zeigt. Diese Art erscheint sogar noch empfindlicher als die obengenannte. Über die Resultate in der Praxis und in Feldversuchen gegen die Obstbaumspinnmilben hat neuerdings Flik (3) berichtet.

Tabelle 2

Wirkung von Tedion auf die Sommereier und unerwachsenen Stadien der Obstbaumspinnmilbe, *Metatetranychus ulmi* Koch (3 Versuche)

Konzentr. (TpM)	Untergetauchte Eier			Eier, gelegt auf den trockenen Belag		
	Mortalität der Eier %	Mortalität der Larven %	Totale Mortalität %	Mortalität der Eier %	Mortalität der Larven %	Totale Mortalität %
100	99	100	100	100	—	100
30	90	100	100	99	100	100
10	85	100	100	99	100	100
3	67	99	99	95	100	100
1	59	100	100	54	100	100

Nun stellt sich noch die Frage, ob das Tedion auch Raubmilben und Insekten, insbesondere Prädatoren und Parasiten, doch auch Bienen gefährdet. Die diesbezüglichen Untersuchungen sind noch im Gange.

Dennoch wissen wir jetzt, daß das Tedion gar keine Kontakt- oder Magengiftwirkung auf Insekten besitzt. Einige Beispiele werden im Folgenden aufgeführt werden.

2. Kontaktinsektizide Wirkung

Die Untersuchungen der kontaktinsektiziden Wirkung wurde angestellt durch Behandlung von Petridosen mittels einer azetonischen Lösung, so daß die Innenseite des Deckels mit einem Film bedeckt wurde. Bei Verwendung von 1 ml 0,1 %igem Tedion wurde in Petridosen von 9 cm ∅ etwa 1 mg pro 70 cm² angewandt. *Musca domestica* L. und *Ephestia kühniella* Zell. zeigten keine Vergiftungssymptome nach 1—2 Tagen Dauerkontakt.

Bei *Sitophilus granarius* L. wurden außerdem die Wände der Schalen und der Boden mit einem weiteren ml der Lösung behandelt, so daß 2 mg Tedion pro Dose verwendet wurden. Nach fünf Tagen Dauerkontakt im Brutschrank bei 24° C wurden keine Abnormalitäten bei den Käfern beobachtet.

Die Raupen von *Diataraxia oleracea* L., *Aphis fabae* Scop. und die Larven des Kartoffelkäfers zeigten auf den in 0,1 %iges Tedion untergetauchten Pflanzen nach 3—5 Tagen keine Spur von Vergiftung. Die Fortpflanzung von *Aphis fabae* wurde noch eine Woche verfolgt und in Zahl und Aufwuchs der Nachkommenschaft konnte kein Unterschied mit der Kontrolle festgestellt werden.

Zuletzt brachten wir Honigbienen in Petrischalen von 12 cm ∅, die vorher mit Tedion in Mengen von 100, 1000 und 10000 mg pro 100 cm² be-

handelt worden waren, ohne daß sich ein Vergiftungssymptom zeigte. In einem weiteren Versuch mit 1, 2, 4, 8 und 16 g Tedion pro m² konnten wir ebenfalls keinen ungünstigen Einfluß auf die Bienen beobachten.

Die kontaktinsektizide Wirkung des Tedion erscheint also außerordentlich schwach, und man könnte annehmen, sie bestehe praktisch nicht. Die Prädatoren und Parasiten unter den Insekten sowie die Bienen werden also wahrscheinlich bei einer Tedion-Bespritzung unbehelligt bleiben.

3. Versuche mit Tedion in der Nahrung

Da das Tedion imstande ist, in die Blätter zu penetrieren, ist *Aphis fabae* in dem oben erwähnten Kontaktversuch auch schon der Magengiftwirkung ausgesetzt gewesen, ohne daß eine Vergiftung erfolgte. Auch die Raupen von *Diataraxia* haben dem Tedion im Magen ohne sichtbare Beschwerden widerstanden. In den folgenden Versuchen haben wir die Magengiftwirkung ausführlicher untersucht.

a. Versuch mit *Drosophila melanogaster* Meig.

In Erlenmeyer Kolben von 1 l Inhalt wurden je 25 Fliegen eingezählt. Nach drei Tagen wurden diese wieder entfernt und die Entwicklungsdauer und das Schlüpfen der neuen Generation beobachtet. Die Zucht fand im Brutschrank bei 24° C statt.

Zuvor waren die Nährböden sorgfältig gemischt worden mit 10 bzw. 100 Teilen Tedion pro Million. Wie man aus Tabelle 3 ersieht, stellt sich kein deutlicher Einfluß des Tedion auf die Entwicklungsdauer oder auf die Zahl der geschlüpften Fliegen heraus. Die größten Unterschiede findet man zwischen den zwei Behandlungen mit Tedion.

Tabelle 3

Entwicklung und Schlüpfen von *Drosophila melanogaster* auf Nährböden mit Tedion Anfang der Versuche 18. Januar 1955

Behandlung	Anzahl ausgeschlüpfte Fliegen		
	28. I.—1. II.	2. II.—7. II.	Total
Kontrolle	634	54	688
Tedion 10 T. p. M.	668	124	791
Tedion 100 T. p. M.	456	73	529

b. Versuche mit *Ephestia Kühniella* Zell.

In Kristallisierschälchen von etwa 10 cm ♂ wurden 40 Eier der Mehlmotte gezüchtet auf 22 g Haferflocken pro Schale. Die Haferflocken wurden gemischt mit bzw. 0,1, 10 und 100 Teilen Tedion pro Million. Der Versuch wurde vierfach ausgeführt, so daß bei jeder Behandlung 160 Eier verwendet wurden. Die Zucht wurde im Brutschrank bei 24° C vorgenommen. Tabelle 4

zeigt, daß das Tedion in keiner Weise die Entwicklungsdauer oder das Schlüpfen beeinflußt.

Tabelle 4

Entwicklungsdauer und Schlüpfen von *Ephestia Kühniella* Zell. Anfang des Versuchs 2. Dezember 1954

Behandlung	Anzahl ausgeschlüpfte Motten			
	24. I.–31. I.	1. II.–8. II.	9. II.–17. II.	Total
Kontrolle	98	10	6	114 = 72 %
Tedion 1 T. p. M.	92	23	3	118 = 75 %
Tedion 10 T. p. M.	97	24	8	129 = 81 %
Tedion 100 T. p. M.	106	28	4	138 = 87 %

Die zweite Generation dieser Motten wurde auch noch dem Tedion ausgesetzt. Diesmal wurden 3 × 45 = 135 Eier pro Behandlung verwendet. Obgleich eine Unregelmäßigkeit auftrat, indem die Eier der mittleren Konzentration eine auffallend lange Entwicklungsdauer und einen niedrigen Prozentsatz ausgeschlüpfter Motten zeigten, kann man nicht auf eine systematische Beeinträchtigung durch Tedion schließen (Tabelle 5).

Tabelle 5

Entwicklungsdauer und Anzahl ausgeschlüpfter Motten der 2. Generation auf Nährboden mit Tedion. Anfang des Versuchs 26. Januar 1955

Behandlung	Anzahl ausgeschlüpfte Motten						Mittlere Entwickl.-dauer (Tage)
	9. III.– 16. III.	17. III.– 24. III.	25. III.– 1. IV.	2. IV.– 9. IV.	11. IV.– 18. IV.	Total	
Kontrolle	81	20	4	2	0	107 = 79,2 %	49,0
Tedion 1 T. p. M.	81	22	4	0	0	107 = 79,2 %	48,7
Tedion 10 T. p. M.	0	4	34	26	23	87 = 64,4 %	68,0
Tedion 100 T. p. M.	53	31	26	11	3	124 = 91,9 %	54,8

c. Versuch mit *Apis mellifica* L.

Eine kontaktinsektizide Wirkung für Bienen ließ sich in den obengenannten Versuchen nicht aufweisen. Vielleicht besteht jedoch die Möglichkeit, daß das Tedion noch als Magengift wirksam ist, wenn die Nahrung der Bienen durch Tedion verunreinigt ist. Zur Lösung dieser Frage fütterten wir Bienen mit einem Honig-Zucker-Teig, dem 500–62 500 Teile Tedion pro Million zugefügt worden waren. Für jede Behandlung verwendeten wir 3 Petrischalen von 12 cm ∅, mit je 10 Bienen, die im Brutschrank bei 30° C aufbewahrt wurden.

Wie Tabelle 6 zeigt, ist der Prozentsatz der Tötung bei den Behandlungen mit 2500–62 500 T. p. M. im Vergleich zur Kontrolle nur schwach erhöht. Es ist jedoch fraglich, ob diese Erhöhungen signifikant sind. Außerdem ist es sehr unwahrscheinlich, daß eine Bespritzung mit Tedion eine so starke

Verunreinigung des Nektars bewirken würde. Die Konzentration in der Spritzbrühe ist nämlich höchstens 200 Teile Tedion pro Million, und der Wirkstoff ist in Wasser praktisch unlöslich.

Tabelle 6

Einfluß von Tedion in der Nahrung auf die Mortalität von *Apis mellifica* L.

Konzentr. Tedion (T. p. M.)	Prozentsatz der Tötung nach ... Tagen			Mittlere Nahrungsaufnahme mg/Biene
	2	3	6	
Kontrolle	0	3	10	220
500	0	0	7	224
2 500	3	3	27	260
12 500	0	0	17	220
62 500	3	10	20	225

Aus den Bienen der Kontrolle und denjenigen, die mit der höchsten Tedionkonzentration behandelt worden waren, wurde der Darmtraktus präpariert und extrahiert mit Xylen. Diese behandelten Bienen hatten insgesamt 6745 mg Nahrung aufgenommen mit maximal 421,6 mg Tedion, d. h. 14,5 mg pro Biene. Die Extrakte wurden mit Zusatz von Triton in Wasser emulgiert und verdünnt. Falls alles aufgenommene Tedion noch im Darmtraktus vorhanden war, müßten wir auf diese Weise Konzentrationen von 4216, 2108 und 1054 Teilen Tedion pro Million bekommen haben. Tatsächlich wurden alle darin eingetauchten Eier von *Tetranychus urticae* Koch von diesen Emulsionen getötet, während die Behandlung mit dem Extrakt der Kontrolltiere keine Wirkung ausübte.

Leider sind wir bis jetzt nicht in der Lage gewesen, weitere Verdünnungen zu untersuchen. Wir wissen also nicht, wieviel Tedion im Darmtraktus vorhanden war. Dennoch steht fest, daß die Biene sehr hohe Konzentrationen von Tedion im Darm verträgt.

4. Schlußbetrachtung

Die aufgeführten Versuche haben ergeben, daß das Tedion keine insektizide Wirksamkeit aufweist; weder als Kontaktgift noch als Magengift. Es wird daher die Prädatoren und Parasiten unter den Insekten und auch die Bienen nicht gefährden.

Raubmilben könnten vielleicht getötet werden; leider liegen darüber bis jetzt noch keine Ergebnisse vor. Jedoch ist es sehr unwahrscheinlich, daß die Imagines der Raubmilben getötet werden, denn die erwachsenen Spinnmilben erwiesen sich durchaus nicht empfindlich (1, 2)[1].

Da sich herausgestellt hat, daß Tedion auch für Mäuse und Ratten praktisch ungiftig ist (mit 5000 mg pro kg ist noch keine Spur von Intoxikation

[1] Fußnote während der Korrektur.
Ir. J. Jacobs meldet uns aus Chile, daß einige Wochen nach einer Bespritzung von Apfelbäumen mit Tedion die Bäume ganz befreit waren von Tetranychiden. Dagegen fand man eine große Anzahl lebendige Milben der Gattung Typhlodromus auf den Blättern. Diese Tatsache weist also darauf hin, daß Tedion keine Tötung der Raubmilben bewirkt hat.

beobachtet worden), stellt es ein sehr ungefährliches Bekämpfungsmittel der Spinnmilben dar.

Summary

1. Tedion does not possess contact poison activity on insects. *Musca domestica* L., *Sitophilus granarius* L. and *Ephestia kuehniella* Zell. are not killed by contact in treated Petridishes.
2. *Aphis fabae* Scop. and larvae of *Leptinotarsa decemlineata* Say. and *Diataraxia oleracea* L. were not killed by contact with, or feeding on plants dipped into Tedion emulsions.
3. *Apis mellifica* L. is not affected by Tedion as a contact poison, applied in as high a dosage as 16 g/m².
4. *Drosophila melanogaster* has been bred in media containing 10—100 ppm of Tedion without influence on development and number of hatched flies.
5. Two successive generations of *Ephestia kueniella* Zell. have been bred on rolled oats, treated with 1—100 ppm of Tedion. No influence on time of development nor on percentage of hatching was noted.
6. A feeding experiment with addition of 500—62 500 ppm of Tedion to honey-sugar paste shows that Tedion does not affect the bee. Eggs of *Tetranychus urticae* Koch could be killed by emulsions of the extracts made from the digestive tract of the treated bees, but were not affected by an extract of the control bees.
7. Tedion appears to be a highly specific acaricide which is safe for man and animal, and which is not affecting predator and parasite insects and bees.

Literatur

Meltzer, J.: Laboratoriumervaringen met specifieke spintoviciden en larviciden. (Mit französischer Zusammenfassung.) Meded. Landbouwhogesch. en Opzoekingsstat. te Gent **XX** (1955) pp. 309–320.

— Het onderzoek van acariciden en spintoviciden in het laboratorium. (Mit englischer Zusammenfassung.) Tijdschr. over Plantenz. **61** (1955) pp. 130–142.

Flik, H. M.: Results with Tedion V 18. Rept. XIVth Int. Horticult. Congress, Scheveningen 1955 (1957), 1, pp. 837–844.

Aus dem Institut für angew. Zoologie, München

Untersuchungen an *Ips typographus* L. und seiner Umwelt

Heteroptera, Wanzen

Von Heinrich E. Wichmann, Hebertshausen-München

Viele Wanzen sind als Räuber an anderen Insektenarten bekannt. Man weiß aber von ihrem Wirken in der Fauna des Waldes nur Ungenügendes. Im Laufe meiner Freiland-Beobachtungen stieß ich nicht selten auf und unter Fraßrinden des *Ips typographus* L. auf verschiedene Wanzenarten. Aus diesem Grunde und weil überhaupt eine Vertiefung unserer Kenntnisse aller ins Leben von Waldschädlingen hineinspielenden Kleinkräfte wünschenswert erscheint, habe ich notiert, was sich an gelegentlichen Beobachtungen ergab.

Für die Bestimmung der Wanzen habe ich den Herren M. Hüther, München, und Dr. E. Wagner, Hamburg, für die von Fliegen Herrn Prof. Dr. E. Lindner, Stuttgart, zu danken.

Fam. Reduviidae

1. Rhinocoris annulata L.

In den Waldteilen von Mariabrunn, Ob.-Bayern, wo sich die folgenden Beobachtungen ergaben, in Schlägen mit zunehmend vom Bestandesrande vorgreifendem Käferfraß, war 1944 und 1946 die Wanze nicht gesehen worden. Sie fehlte auch nach 1947.

Am 30. Mai (1947) wurden ihre jüngsten Larven auf dem höheren Bodenbewuchse aller durch die Käferbekämpfung ausgelichteten Käferherde sichtbar. Sie fehlten in den neu entstehenden Herden inmitten geschlossener Bestände, was mit dem mangelnden Bodenbewuchs zusammenhing. Anfang Juni beginnen die Wanzen alle Fichten, auch die toten vorjährigen Käferbäume zu besteigen. Die Eier mußten in der Kraut- und Strauchschicht gelegen haben, und auf der durch keine speziellen Ansprüche an das Habitat begrenzten Nahrungssuche der Wanzen gelangten viele auf die Rindenflächen. Dieses ziemlich geschlossen auf 8 Tage beschränkte auffallende Erscheinen auf den Rinden war zunächst nichts als ein Teilakt des Auseinanderstrebens revierender Räuber an einer Habitatsgrenze (lichtoffene Kraut- und Strauchbestände gegen den geschlossenen Hochwald). Die Rindenflächen konnten dieser Wanze unmöglich zusagen. Dies, zusammen mit den Lichtverhältnissen und der Baumgestalt (lotrechte Baumschäfte), führten zum Aufstieg in die Kronen.

Auf den gesunden Fichten verschwinden die Larven. Auf den gerade sehr zahlreichen Buchdrucker-Bäumen sitzen sie ohne ausgeprägtem Aufwärtsstreben herum, zeitweise 1—4 Stück je qm, und können dauernd beim Fange von Larvenparasiten des Buchdruckers beobachtet werden, so von *Eurytoma arctica* Thoms., *Pachyceras xylophagorum* Ratz. und *Rhopalicus tutela* Ratz.

Auf den gesunden Rinden haben sie sich teils durch den von Wanzen schon mehrfach beschriebenen Kannibalismus (Adelphophagie) selbst reduziert. Teils sind sie in die Kronen verschwunden. Wie die Käferrinden verlassen wurden, ist der Beobachtung entgangen.

Auch später kamen einzelne Larven auf Käferbäume. Larven von 7,5 mm Länge griffen ab- und zufliegende Buchdrucker an. Dies waren aber nur vereinzelte Vorkommnisse. Diese Larven strebten deutlich nach oben.

Dieses Beispiel zeigt den in der Waldfauna wohl nicht häufigen Fall, daß im Randbereiche seines gerade gegebenen Wohngebietes ein allgemeiner Räuber bei Populationsdruck auf eine fremde Strate übergreift und dort, positiv wie negativ einen Waldschädling beeinflußt, welcher biocönotisch kein Nachbar ist.

Fam. Nabidae

2. *Nabis ferus* L.

Diese Art war in der Kraut- und Strauchschicht überall in den Käferwäldern gemein. Ob sie dauernd die Kronen höherer Fichten bewohnt, konnte nicht ermittelt werden. Im Gezweige geschlossener mannshoher Fichtenkulturen verblieb sie, im Fluge aufgesessen, nicht lange. Es ist bekannt, daß sie räuberisch von anderen Insekten lebt. SCHWERDTFEGER bildet (5, Abb. 41) ein Stück beim Besaugen einer Kiefernspannerraupe ab, ich sah sie eine Frostspannerraupe aussaugen. Dies sind aber nur zwei Beispiele aus dem forstlichen Beobachtungskreis.

Sie wurde vereinzelt beim Anstiche ausbohrender Jungkäfer des Buchdruckers überrascht.

Nabis ferus war 1946—48 an allen Beobachtungspunkten (Mariabrunn, Durchsamsried, Pasenbach) häufig; sie erschien nicht oft, hauptsächlich als Imago auf den Baumschäften, immer auf dem Durchzuge.

3. *Nabis apterus* F.

Larven von 3,8 mm Länge tasteten die Wachsflocken von *Pineus pineoides* Chol. (Chermesidae) aus und stachen Läuse an (Mariabrunn, 11. Mai 1948). – Am 24. Mai 1955 stößt eine Larve von 3,5 mm Länge auf eine *Gelechia electella* L. (det. Groschke), die auf einem Fichtenstamm sitzt, sticht sie an und tötet sie schlagartig.

Im Juni (1948) sah ich wenige Male Vollkerfe an soeben ausbohrenden braunen *typographus*-Jungkäfern, einmal an einer *Lonchaea* sp. und an einem ♀ von *Coeloides bostrichorum* Gir. saugen. — Die Art trat nirgends hervor.

4. Nabis myrmecoides Costa

Sie wurde einmal (Mariabrunn) mit einer erbeuteten *Eurytoma arctica* Thoms. auf einem *typographus*-Baume gesehen.

Fam. Anthocoridae

5. Xylocoris cursitans (Fall.)

Diese Wanze wurde 1933 von Mokrzecki unter dem damaligen Namen *Piezosthetus cursitans* Fall. unter den Raubinsekten des Buchdruckers verzeichnet. Die Literatur enthält keine späteren Angaben, doch wurde es üblich, von ihr als einem Feinde des Käfers zu sprechen. Alle meine Beobachtungen über ihr Leben zusammengefaßt, kann ich mich dieser Annahme nicht anschließen, obwohl sie mit *typographus*-Larven ernährt und aufgezogen werden kann.

Die in Bayern, in den niederen Lagen häufige und weit hinter der Höhengrenze des Buchdruckers zurückbleibende Wanze lebt unter sich abhebenden Baumrinden, gleich, ob die daranschließenden, haftenden Weichrinden verhältnismäßig gesund oder tot sind. In ihren oft sehr exponierten Verstecken erträgt sie starke Besonnung und Erwärmung.

Ich fand sie in Fraßflächen des *Ips typographus,* alternd durch Rindenablösung, jedoch nicht unmittelbar an den zum Teile noch anwesenden Stadien des Käfers (verspätete Puppen, Jungkäfer). Nie war beider Nebeneinander so, den Verdacht einer Annäherung der Wanze an den Käfer zu stützen. Ich fand sie weiter unter sich lösenden Fichtenstockrinden in den offenen Spalträumen, wohl nahe an den Bruten des *Onthotomicus laricis* F., aber nie in den ihr ohne weiteres offengestandenen Brutgängen oder in von der Seite her durchkriechbaren Larvengängen. Das besagt, daß sie breite, flache Hohlräume annimmt, nicht aber röhrenförmige, relativ enge. Sie ist unter Weißkiefern- und Laubholzrinden gemein. Ebenso unter sich abhebenden Schwarzpappelrinden an Klötzen, unter Birkenrinden gleicher Beschaffenheit. Am häufigsten unter der Rinde von Eichen-Stammabschnitten, oft benachbart mit geschlossenem Fraß von *Clytus,* ohne jede Borkenkäfernähe. Hier ferner neben *Ditoma crenata* F. und *Thectura cuspidata* Er., welche übereinstimmende Brutplätze haben. In Eichenklötzen oft noch 4 Jahre nach der Fällung, unter den zwar lockeren, aber in ursprünglicher Lage gebliebenen Rinden, in Gesellschaft der letztgenannten Käfer oder neben *Uleiota planata* L. und zusammen mit *Tachyta nana* Gyll. und Collembolen der Gattung *Entomobrya.* In den Kambialrissen der Buchenrinde an Stöcken usw. ist sie gemein. Hier sind ihre Mitbewohner oder Nachbarn *Ditoma crenata* F., *Silvanus unidentatus* F., oder *Rhizophagus bipustulatus* F. sowie im haftenden Rindenteil doch ohne Beziehung, *Taphrorychus bicolor* Herbst. Hier der *Rindenbewohner* neben, aber getrennt vom *Spaltenbewohner.* Auf verpilzten Buchenstöcken (vielfach *Polyporus versicolor)* lebt sie in den von den Fruchtkörpern überdachten Hohlräumen in scheinbarem Nebeneinander mit *Cisiden.* Schließlich wurde sie unter längst von *Leperisinus fraxini* Panz. verlassenen, gelockerten Eschenrinden gefunden und lebt in der Pfalz in den Kambialspalten von *Castanea vesca*-Holz. Auf lebenden Rinden, in den Spalträumen des Borkenverbandes wurde *Xylocoris cursitans* noch nicht gesehen. Diese Räume sagen ihr nicht zu, ich hätte sie dort nicht übersehen können.

Ihre Nahrung ist unbekannt. Es ist mir nie gelungen, sie bei erkennbarem Fressen zu überraschen. Ansehnliche Kolonien aller Altersstufen habe ich aber so allgemein in sonst insektenleeren Kambialspalten bloßgelegt, daß

Räuberei und Insektennahrung auf keinen Fall eine Lebensnotwendigkeit sein können.

6. Scoloposcelis pulchella Zett.

Diese ziemlich selten beobachtete Anthocoride fand ich, wenn auch in wechselnder Zahl überall in Oberbayern, wo Gelegenheit war, am richtigen Orte nach ihr zu suchen. Ich fand sie:

Mariabrunn: 28. 8. 1946 und später, auf *typographus*- und *chalcographus*-Bäumen.
Durchsamsried: 10. 9. 47, *Polygraphus*-Baum.
Hebertshausen: August 1947, unter den Borkenschuppen einer gesunden Fichte, 1 Ex.; 25. 8. 51, in Rinden mit Mischbesatz von *chalcographus* und *typographus*.
Dachau: Juni 1952, in *chalcographus*-Fraßgängen.
Ottershausen: April 1953, eine Fichte anfliegend, in die *Ips typographus* soeben zum Reifungsfraße einbohrt.
Schönbrunner Wald: März 1953, unter Borkenschuppen einer gesunden Fichte, 1 Ex.
Außerdem: Sulzemoos, auf Fichte; Spöck bei Rosenheim, 1952, auf *chalcographus*-Fichte; Silheim, Schwaben, 1947, auf *typographus*-Fichte.

Ich fand sie bisher *nur* auf Fichte, und sogar einige Male auf *gesunden* (unter den Borkenschuppen), wo nicht erkennbar war, was sie hierher geführt haben mochte. Im Schönbrunner Falle war es bestimmt die Überwinterung, deren regelmäßiger Ort aber nicht gesichert ist. Ihr Biotop sind die Fraßflächen von *Pityogenes chalcographus* und *Ips typographus. Dies wäre der erste Fall, wo in Europa Bindung einer Wanze an Borkenkäferfraß nachgewiesen wird.*

Ihre Vorzugsbereiche in den Besatzflächen der genannten Ipiden sind die zarten Rinden. Von diesen aus kann sie sich dann nach unten, bis in mittelschuppige Borkenflächen ausbreiten, nun auf reine *typographus*-Flächen gekommen. Im allgemeinen ist der Maximalbesatz, nach dem Schlüpfen sämtlicher Eier, gering, 20—30 Exemplare je qm. Die zufällige Häufung jüngerer Larven (6—8 Ex. je qdm) kann zur Überschätzung der tatsächlichen Population führen. Mir ist nur einmal ein ungewöhnlich hoher Besatz vorgekommen, mit 403 Adulten und Larven auf 3,67 qm, also 103 Exemplaren je qm.

Der frühest gesehene Flug erfolgte im April (1953, Ottershausen), auf einen gleichzeitig von *Ips typographus* zum Reifungsfraß angeflogenen Baum. Flugstunden: zwischen 14 und 15 Uhr. (Daß hier von Anbeginn reine *typographus*-Flächen angenommen wurden, zeigt, daß mein Gesamteindruck der Bevorzugung von *chalcographus*-Rinden ergänzt werden muß.) Es ist allerdings eigenartig, daß vom Mai an, nachdem die Reifungsfraßflächen zu Brutfraßflächen geworden waren, die Wanze verschwunden war. Der Maximalbesatz ist im August erreicht. Diese Feststellung bezieht sich auf einen Baum, der spät, Anfang August, die Kinder der *I. typographus*-Generation entließ. Nun begründen die Borkenkäfer die für Jahre unseres klimatischen Durchschnittes typische II. Generation. Die verlassenen Borkenkäferrinden werden auch für *Scolopscelis pulchella,* unbekannt warum, ungeeignet: Die Wanzen verlassen sie mit ihrem Flugbarwerden. Am Treiben der Wanze war noch kein Sinn zu entdecken. Behende laufen sie über die Rinde, bestrebt unter Schuppen und in Fluglöcher des Buchdruckers zu gelangen. Unter den Schuppen bleiben sie sitzen, und nichts läßt sich entdecken, was sie angelockt haben könnte. An dem mehrfach erwähnten Buchdruckerbaum der ersten Augusthälfte 1951 war die Verteilung auf die aufgedeckten Sitze so, daß sel-

tene Exemplare in den verlassenen Muttergängen waren, je ein Viertel unter den Schuppen und im offenen, verlassenen Reifungsfraß und der größere Rest unter den abgehobenen Rindenrändern der zahlreichen Spechteinhiebe.

Wovon *Scoloposcelis pulchella* daselbst lebte, blieb verborgen. Die Möglichkeit, Stadien des Buchdruckers anzugreifen, in den früheren Zeitabschnitten nicht gegeben und erst mit der Öffnung der Rinden durch die ausfliegenden Käfer und noch mehr nach der Zerrüttung der Rinde durch die zunehmenden Spechteinhiebe denkbar, muß bei intensiveren Untersuchungen berücksichtigt werden. Weil die Wanze ein ausgeprägter Schlüptertypus ist, ihr alle Einrichtungen fehlen, sich an die Borkenkäferstadien heranzuarbeiten, darf wohl ein derartiger Zufallsraub für die Umgrenzung der Bionomie nicht sehr hervorgehoben werden, soweit es sich um *I. typographus* handelt.

Dagegen tritt *Scoloposcelis pulchella* dem *Pityogenes chalcographus* in seinen Gängen als Räuber gegenüber. Umfangreichere Erfahrungen konnten wegen dem zerstreuten Auftreten der Wanze nicht gesammelt werden. Ich konnte sie zuerst in besetzte Brutgänge einschlüpfen sehen und fand dann neben ihr z. T. lebensfrische Kupferstecherleichen. Als schließlich eine Wanze an einem noch zuckenden *chalcographus* saugend getroffen wurde, war ein entscheidender Befund gesichert. In die gesamte Umwelt des Käfers gestellt, ist ihr Eingreifen bedeutungslos.

7. Temnostethus crassicornis Wagner

Diese bis vor kurzem nur einmal in Ungarn gesammelte Art fand ich 1951 bei Hebertshausen auf vorwiegend glattrindigen Schäften von Fichten, in einer weit isolierten, durch Pflanzung entstandenen ca. 60jährigen Waldparzelle, in der wieder nur wenige Stämme besetzt waren. Dieses Vorkommen dürfte erloschen sein.

Trotz eifriger Nachsuche war es nicht gelungen, sie in anderen Wäldern aufzufinden. Dann fanden sich, 11. Juli 1954, wenige Stücke auf einer einzigen Fichte im Ottershausener Walde.

Am 5. August 1955 sammelte ich ein Exemplar bei Lörrach, Baden, auf einer *Adelges piceae*-Tanne.

Die Vollkerfe sind regelmäßig von Mitte Juni an da, die letzten verschwinden Mitte Juli. Das Tier hat eine Generation. Die Population ist äußerst gering. Keine der wanzentragenden Fichten besaß im *Sehraume*[1] mehr als 4—5 Stück.

Temnostethus crassicornis lebt (in Hebertshausen) zusammen mit *Temnostethus gracilis* Horv. (für die Einzelheiten fehlen) und *Microphysa elegantula* Baer auf den Fichtenlausrinden von *Pineus pineoides* Chol. Einige Male war zu sehen, daß sie, kurz, Läuse anstach, darin aber nicht fortfuhr. Lange saugte sie an Puparien von *Neoleucopsis atratula* Ratz. (Dipt.), einem spezifischen Chermesidenräuber.

Auf einer zum *typographus*-Baume gewordenen Lausfichte stach sie Eigelege des *Thanasimus formicarius* L. an. Ebenso auf der Ottershausener Fichte die Eier von *Epurea* spec. Anders als die anderen Arten der Gattung lebte diese Art frei auf der Rinde und versenkte ihre Eier u. a. in die abgesporten Pilzfrüchtchen einer unbestimmt gebliebenen *Nectria*.

[1] Als **Sehraum** (Terminus) bezeichne ich den etwa 2 m umfassenden, vom Stand aus überschaubaren Teil der Baumschäfte. – Die genaue Bestimmung, wo Zählergebnisse an Stämmen gewonnen wurden, erweist sich in der Beobachtungspraxis als nötig.

Fam. Microphysidae

8. Microphysa elegantula Baer

Sie lebt epicorticol auf der Rinde und im Flechtenbewuchse verschiedenster lebender Bäume, wie Fichte, Tanne, Eiche, Buche, Birke, Esche, Apfelbaum. Sie spaziert langsam über die Rinde, auf dem Wege ständig Rindenrauhigkeiten, Spalten, Flechtenkrusten mit dem Rüssel austastend.

Sie ist ein Allgemeinräuber mit zweifellos sehr weit gezogenem, nur zum geringsten Teile bekanntem Beutetierkreis. Erstaunlich ist die bei ihrer Kleinheit (2 mm) heftig tödliche Wirkung ihres Stiches.

In **Bayern** fand ich sie überall, wo ich nach ihr suchte: Hebertshausen, Mariabrunn, Röhrmoos, Arzbach, Durchsamsried, Pasenbach, Esterhofen, Petershausen, Ottershausen, Inning, Haimhausen; Pupplinger Au b. Wolfratshausen; Starnberg, Nieder Pöcking; Oberstaufen, Lindau a. Bodensee; Günzburg, Silheim.

Die Nahrung ist rein animalisch. Ich verzeichne:

Coleopt.: Eier von *Sacium brunneum* Bris., an Fichte,
Eier von *Epurea*, an Fichte.

Dipt.: Eier von *Forcipomyia trichoptera* Meig., die gerade in Menge auf alte *typographus*-Rinde gelegt wurden,
Ei von *Chyliza annulata*, offen auf Wundharz liegend,
Pupar von *Neolaucopsis atratula* Ratz., an Fichte, in Lausrinden von *Pineus pineoides* Chol.

Einmal sah ich, wie das im Vergleiche doch winzige Tier eine sich aus *typographus*-Rinde hervorschiebende *Medetera* spec. anstach, blitzschnell lähmte und besaugte. Das Besaugen von Eiern des *Thanasimus formicarius* L. und von *Medetera*-Arten, die in gleicher Weise unter Rindenschuppen gelegt werden, war einige Male zu beobachten. Dies legt ihre Stellung als eine negative Kraft in der Biocönose des Buchdruckers fest.

Die Imago erscheint in Oberbayern Ende Mai, die letzten Exemplare sind Ende August sichtbar. Die Generation dürfte einjährig sein. Auf einem sehr stark besetzten Eichenstamm kamen bei einer Zählung im Juni 1952 auf 43 ♀♀ 3 ♂♂, also 14 : 1.

Man weiß nicht, wie hoch an Nadelholzschäften, z. B. an Fichten, die Flaschenwanze emporsteigt, ob ihr also die oberen, feinschuppigen Rinden alter Bäume und die Äste zusagen. Damit könnte ihr Einwirkungsbereich begrenzt sein. Auf der nur feinschuppigen Rinde von Fichtenstangen vermehrt sie sich gelegentlich unbehindert, und daß sie überhaupt ohne Verstecke auskommt, zeigen die oftmals reichlichen Besätze auf glatter Buchenrinde.

Den besonderen Hintergrund der Massenbewegung dieser Wanze bildet der Umstand, daß die ♀♀ ungeflügelt sind. Jeder Baumschaft wird daher seine kleine Welt für sich sein, mit Eigengesetzlichkeiten von der Ernährungsseite her. Es gibt im Fichtenwalde ohne Zweifel eine Überzahl von Bäumen, die keine Microphysen tragen. Auf anderen (z. B. solchen, die durch Monate jeden Tag zweimal überprüft wurden) kommt irgendeinmal im Sehraume ein nie wieder auffindbares Exemplar zum Vorschein. Es gibt auch Massenbesätze. So zählte ich bei Ober- Weilbach auf glattrindigen Fichtenstangen in einer Zählfläche von 1000 qcm (Ende Mai 1952) 46 Larven und im Juni 25 Vollkerfe. Die hier von Baum zu Baum bestandenen Besatzunterschiede gehen aus folgenden Zählergebnissen je 1000 qcm hervor, entlang einer kurzen Probelinie, und enthaltend die Zahl der Wanzen und die Baumabstände: 39 Ex. — (65 cm) — 4 Ex. — (110 cm) — 30 Ex. (100 cm) — 17 Ex. — (120 cm) — 3 Ex.

Fam. Miridae

9. Lygus pubescens Reut.

Er wurde in einem Walde, wo er auf allen Fichtenbäumen herumsaß, auf zu Buchdruckerbäumen gewordenen Fichten beim Besaugen von *Thanasimus formicarius*-Eiern angetroffen (Hebertshausen).

Fam. Lygaeidae

10. Trapezonotus dispar Stål

Die Art ist in Fichtenwäldern häufig. Larve und Vollkerf leben in der Umgebung des Wurzelanlaufes auf der Streu. In Käferbeständen sieht man sie, auf den Rüssel gespießte Buchdrucker herumtragen. Der eingetrocknete Leibesinhalt ließ sie als alte Leichen erkennen, wie sie allgemein unter Käferbäumen herumliegen.

Fam. Pentatomidae

11. Troilus luridus F.

Über die beachtliche Bedeutung dieser Wanze als eines Räubers mit sehr weitem Beutetierkreis hat Nolte 1940 (4) und Koehler (1) berichtet. Sie wurde in all den Jahren seit 1946 in den *typographus*-Herden mit Strauchschicht, in gleichbewachsenen benachbarten Schlägen und in den Käferschlägen nicht sehr individuenstark, aber konstant, vermerkt.

Ihr Erscheinen auf den Fichtenrinden geschah nur einmal, in Mariabrunn, 1947. Es ist bekannt, daß sie auch Pflanzensäfte saugt. In Mariabrunn waren zahlreiche Vollkerfe auf den Fichtenrinden beim stundenlangen Saugen versammelt. Die Vollkerfe einzeln, die Larven in Gruppen (3—5 Stück), mit den Köpfen zusammengedrängt, auf gesunden Bäumen, die Vollkerfe auch auf stehenden Käferbäumen und Fangbäumen. Der Verdacht entstand, sie könnten darunter befindliche Entwicklungsstadien des Buchdruckers anstechen. Die Untersuchung ergab, daß sie auf undurchfressenen, überlebenden Phloëmflächen saßen und nie mit den Stechborsten in die Nähe von Larvengängen vordrangen. Um zu Gewißheit zu gelangen, wurden 4 saugende Exemplare überfallsartig geköpft und die Stechborsten in der Rinde bloß präpariert. Sie näherten sich nie erreichbar gewesenen Larven.

Zusammenfassung

Wanzen haben im Kreise der Begrenzungsfaktoren des *Ips typographus* bescheidenste Bedeutung. Es sind nur wenige, verschiedenen biologischen Gruppen angehörende Arten, die auf seinen und den anschließenden Brutrinden des Kupferstechers erscheinen. Ordnet man sie nach ihrem Habitat, so ergibt sich folgende aufschlußreiche Gruppierung:

a. Wanzenarten der offenen Kraut- und Strauchschicht: *Rhinocoris annulata* L. und die *Nabis*-Arten *ferus* L., *apterus* F. und *myrmecoides* Costa

sind vielseitige Räuber an Insekten, welche an Schlagrändern geschlossener, „dunkler" Bestände die Fichten besteigen. Sie erscheinen z. T. bereits als junge Larven auch auf Käferbäumen und erbeuten Larvenparasiten des Buchdruckers und Einmieter (*Lonchaea*), gelegentlich auch Buchdrucker selbst. *Troilus luridus* F., welcher vermutlich auch in den Kronen der Fichte lebt, als Vernichter zahlreicher Forstschädlingsarten die forstnützlichste Wanze, konnte bisher nur beim Besaugen undurchfressen gebliebener, oftmals ganz kleiner Rindeninseln zwischen dem Larvenfraß des Buchdruckers gesehen werden.

b. Räuberische Wanzenarten der lebenden, gesunden Fichtenrinde: *Microphysa elegantula* Baer und *Themnostethus crassicornis* Wagner, epicorticole Arten, verbleiben auf den Rinden nach *typographus*-Befall und werden durch Besaugen der Eier von *Thanasimus formicarius* und der *Medetera*-Arten zu negativen Begrenzungsfaktoren.

c. Wanze der Kambialspalten unter Rinden (vorwiegend) künstlich abgetrennter Baumteile: *Xylocoris cursitans* (Fall.), ohne Beziehung zu Borkenkäfern.

d. Für Borkenkäferrinde anscheinend spezifische Wanze: *Scoloposcelis pulchella* (Zetterst.), bisher nur beim Aussaugen von *Pityogenes chalcographus* in seinem Brutgang beobachtet.

Summary

Several species of *Heteroptera* were found on bark attacked by *Ips typographus* L., in Upper Bavaria. The predatory *Nabis* spp. and *Rhinocoris annulata* L. climb on trees at the edge of compartments with herb and shrub growth, irrespective of whether they are living or attacked by beetles. The latter feeds mainly on larval parasites and commensals of *Ips typographus*, rarely on the pest itself. *Scoloposcelis cursitans* (Fall.) lives in the cambial fissures of lose bark, without interfering with other bark dwellers. *Scoloposcelis pulchella* (Zett.) appears to be the only one feeding regulary on bark beetles, up to now only the destroying of *Pityogenes chalcographus* L. has been proved. *Themnostethus crassicornis* Wagn. (a very rare insect) and *Microphysa elegantula* Baer live on the bark of healty spruce. On trees attacked by beetles, they destroy eggs of *Thanasimus formicarius* and *Medetera* spp., which are enemies of bark beetles. The predator *Troilus luridus* F. was seen to pierce bark attacked by beetles; this happened only in islands of bark which were not eaten through and there was no attempt to attack bark beetle larvae which were often within easy reach. The effect to *Heteroptera* on *Ips typographus* is insignificant.

Literatur

1. Koehler, W., 1948: *Troilus luridus* F. Trav. Inst. pol. Rech. for (A) no. 51, Warsaw, 79 pp. 7 pls. 5 figs. 2 tables, 31 refs. [R. a. E. 38, 1950, 175.]
2. Mainé, R. et Breny, R., 1940: Predateurs et parasites du doryphore. Bull. Inst. agron. Gembloux 9, 61—80, 8 figs. 19 refs. [R. a. E. 34, 213.]
3. Mokrzecki, Z., 1933: Rabusie i pasorzyty kornika drukarza *Ips typographus* L. na ziemiach polskich. Raub- und Schmarotzer-Insekten des *Ips typographus* L. in Polen. Polsk. Pism. Ent. XII, 275—289, Taf. XVI—XVII.

4. Nolte, H. W., 1940: Beiträge zur Biologie und Morphologie der Raubwanze *Troilus luridus* F. Thar. forstl. Jahrb. 91, 202—216.
5. Schwerdtfeger, F., 1944: Die Waldkrankheiten. Berlin.
6. Carayon, Jacques, 1953: Observations sur *Scoloposcelis obscurella* (Zett.) espèce nordique, nouvelle pour la France, où elle est un relict glaciaire. Rev. des Sciences Natur. d'Auvergne, 65—73, 2 figs., 6 refs. *Scoloposcelis cursitans*, p. 67).

Aus dem Entomologischen Institut
der Eidgenössischen Technischen Hochschule in Zürich

Biologische Studien über den frühen Kastanienwickler *Pammene juliana (Stephens) (Lep. Tortricidae)* und seine wirtschaftliche Bedeutung für den Kanton Tessin

Von Oskar Müller

Inhalt: Einleitung – I. Allgemeines: A. Die Kastanienfruchtinsekten, B. Zweck der Untersuchungen, C. Untersuchungstechnik und Untersuchungsmaterial, D. Untersuchungsgebiet, E. Systematische Stellung und allgemeine Verbreitung des untersuchten Insektes, F. Synonymie – II. Der Kastanienbaum als Wirtspflanze – III. Morphologie von P. juliana: A. Der Falter: a. Allgemeines, b. Die äußern Geschlechtsorgane des Weibchens, c. Die äußern Geschlechtsorgane des Männchens; B. Das Ei, C. Die Larven: a. Feststellung der Häutungen, b. Beschreibung der Larvenstadien; D. Die Puppe – IV. Biologie von P. juliana: A. Der Falter: a. Allgemeines, b. Falterflug, c. Die Kopulation, d. Eireifung und Eizahl; B. Das Ei: a. Eiablage, b. Embryonalentwicklung der Eier; C. Die Larve: a. Die Larvenentwicklung während der Fraßzeit, b. Die Winterruhe, c. Der Lebensraum der Larve, d. Die Schadwirkung der Larve; D. Die Puppe, E. Übersicht über die Entwicklungsdauer von P. juliana – V. Wirtschaftliche Bedeutung und Bekämpfung von P. juliana: A. Wirtschaftliche Bedeutung: a. Stichprobenmethode, b. Befallsdaten der Beobachtungsstationen mit permanenter Probeentnahme, c. Geographische Verteilung der P. juliana im Tessin 1955, d. Wirtschaftliche Bedeutung für den Kanton Tessin; B. Bekämpfung: a. Mechanische Bekämpfungsmöglichkeiten, b. Chemische Bekämpfung, c. Mikrobiologische Bekämpfung, d. Natürliche Vermehrungsbeschränkungen durch Feinde und Parasiten – VI. Gegenüberstellung der wichtigsten Unterschiede der Kastanienschädlinge des Kantons Tessin – VII. Kastanienbiologie und Entwicklung der Kastanienfruchtinsekten – Zusammenfassung – Literatur.

I. Einleitung

Die Edelkastanie, *Castanea sativa* Miller, wurde wahrscheinlich erst nach Beginn der neuern Zeitrechnung im heutigen Tessin angepflanzt und veredelt. Nach dem Nordfuß der Alpen kam sie, wie Merz (1919) annimmt, während der römischen Kaiserzeit. Wie jede andere Pflanze ist auch der Kastanienbaum Wirt vieler Lebewesen. Holz, Blätter und Früchte dienen ihnen als Nahrung. Solange ihr Auftreten nicht offensichtliche Schäden verursacht, werden sie vom Menschen kaum bemerkt.

Bis ins 17. und 18. Jahrhundert lieferte die Edelkastanie ein allgemein verbreitetes Volksnahrungsmittel, auf das die Menschen angewiesen waren. Sie unterhielten deshalb die Kastanienselven gut und pflegten die Fruchtbäume. Mit zunehmender Verbreitung von Kartoffeln, Mais, Getreide und Reis als Hauptnahrungsmittel verlor die Kastanie mehr und mehr die Bedeutung. Die Pflege wurde vernachlässigt, und die Früchte blieben teilweise in den Selven liegen. Die Lebensbedingungen der Kastanienfruchtschädlinge wurden merklich verbessert. Reaumur (1736) spricht von Raupen, die in

Kastanien leben, aber von eigentlichen Schäden berichtet erst Pater Joannis (1915) in Frankreich.

Um 1950 herum stellten das kantonale Gesundheitsamt und das Landwirtschaftsdepartement des Kantons Tessin fest, daß die einheimischen Kastanien wegen häufiger „Wurmstichigkeit" der Konkurrenz italienischer Früchte von besserer Qualität nicht mehr standhalten konnten. Diese Situation war um so bedauerlicher, als die Schweiz jährlich große Mengen Kastanien für den Direktverkauf und für die Lebensmittelindustrie braucht.

Diese Lage beunruhigte die Sektion Obstbau des Landwirtschaftsdepartementes. Ihr Chef, Herr Martinoli, äußerte den Wunsch, Untersuchungen über die Kastanieninsekten im Tessin vorzunehmen, um die großen Schäden zu vermindern.

Da die Eidgenössische Landwirtschaftliche Versuchsanstalt in Lausanne, welche für den Tessin zuständig ist, nicht die Möglichkeit hatte, diese Arbeit zu übernehmen, erklärte sich das Entomologische Institut der Eidgenössischen Technischen Hochschule dazu bereit und begann 1952 mit den Untersuchungen.

Das erste Ziel der Forschung war, die Biologie der Kastanieninsekten im Tessin zu studieren und in den verschiedenen Produktionsgebieten des Kantons die Wichtigkeit der schädlichen Arten genau zu bestimmen. Die Arbeit wurde von Martignoni (1952) begonnen. Seine ersten Beobachtungen hoben die Wichtigkeit eines bisher verkannten Schädlings hervor, dessen Schadwirkung unbekannt war. Sie gaben Anlaß zur Aufstellung eines umfassenden Versuchsplanes in biologischer und wirtschaftlicher Richtung.

Die vorliegende Arbeit ist dem noch sehr ungenügend bekannten Schädling gewidmet, welcher bis jetzt noch nie Gegenstand einer Gesamtuntersuchung war.

Das entworfene Bild über Biologie und Vorkommen dieses Insektes ist keineswegs endgültig. Durch die dreijährige Forschung entstand eine Momentaufnahme, die zur Erweiterung der Kenntnisse auf dem Gebiete der Kastanieninsekten Anhaltspunkte liefert. Die unzähligen Faktoren, die einen Biotop bestimmen, werden vielleicht schon in wenigen Jahren durch ihre Kombination andere Verhältnisse schaffen.

Das Studium dieses Insektes erfolgte im Rahmen der allgemeinen Untersuchung von 1952—1956 über die „Ursachen der Wurmstichigkeit der Kastanien", welche durch die finanzielle Unterstützung der „Eidg. Stiftung zur Förderung schweiz. Volkswirtschaft durch wissenschaftliche Forschung" und des landwirtsch. Departementes des Kantons Tessin ermöglicht wurde. Ich danke dem Kuratorium der genannten Stiftung und Herrn Regierungsrat G. Canevascini für die Bewilligung der Kredite, die die 1953 übertragenen Untersuchungen möglich machten.

Es ist mir eine ernste Pflicht, dankbar der Herren zu gedenken, die mich geführt, gelehrt und beeinflußt haben. An der Kantonsschule in Solothurn war es Prof. Dr. E. Stuber, der mir starke Anregungen für das Studium der Landwirtschaft mitgab. An der E. T. H. waren es die H. H. Prof. Dr. Schneider-Orelli, sein Nachfolger Prof. Dr. P. Bovey und Prof. Dr. J. Seiler, die meinem Studium Inhalt gaben. Ganz besonders bin ich Herrn Prof. P. Bovey, auf dessen Rat ich die vorliegende Arbeit unternommen habe, zu innigem Dank verpflichtet. Er ist mir dabei in wohlwollender Weise zur Seite gestanden und hat mir viele wertvolle Anregungen vermittelt. Vie-

len Dank schulde ich den H. H. Prof. Dr. A. Linder, Lehrer P. Weber, Dr. M. E. Martignoni, Dr. H. Wille, Dr. K. Maksymov, Dr. Th. Wildbolz, Dr. W. Sauter, Dr. O. Puchta, Ing. W. Baltensweiler, Ing. L. Gerig und H. Brönnimann.

Dankbare Anerkennung verdienen die H. H. des Landwirtschaftsdepartementes des Kantons Tessin, im besonderen G. Monetti, G. Hofmann und A. Frigerio sowie der stets hilfsbereite Kastanienwirt D. Ferrari von Ludiano.

II. Allgemeines

A. Die Kastanienfruchtinsekten

In Europa sind zwei Insekten bekannt, die als wichtige Fruchtschädlinge in den Kastanienzonen auftreten: der gewöhnliche Kastanienwickler, *Laspeyresia splendana* Hübner, und der Kastanienrüsselkäfer, *Balaninus elephas* Gyllenhal.

In der Folge einer durchgeführten Untersuchung in Italien durch Prüfung reifer Früchte aus verschiedenen Landesgegenden hat Russo (1947) weitere Bewohner der Kastanienfrüchte angegeben: *Laspeyresia grossana* Haworth, *Laspeyresia amplana* Hübner und *Pammene juliana* Stephens. *L. grossana* bewohnt gewöhnlich Buchnüsse und *L. amplana* Eicheln. Sie wurden im Tessin nie in Kastanien gefunden.

Die wertvollen Beobachtungen von Martignoni (1952) haben gezeigt, daß im Tessin nebst den beiden bekannten Arten *L. splendana* und *B. elephas* der frühe Kastanienwickler *P. juliana* in gewissen Regionen eine viel wichtigere wirtschaftliche Bedeutung hat, als dies die Beobachtungen von Russo (1947) vermuten ließen. Diese Tatsache scheint deshalb nicht beachtet worden zu sein, weil der Schaden vor der Kastanienreife entsteht. Eine Untersuchung über Kastanienfruchtinsekten, die nur aus reifen Früchten gesammelt werden, kann ein falsches Bild über den wirklichen Schaden geben.

Bis jetzt wurden die Kastanieninsekten in Europa wenig studiert. Die Entwicklungszyklen der beiden Arten *L. splendana* und *B. elephas* waren in ihren großen Linien bekannt. Über den Verlauf der verschiedenen Stadien und ihren Beziehungen zur Umwelt bestanden nur unvollständige Informationen. Andererseits waren vor den ersten Aufzeichnungen von Martignoni (1952) keine Studien über *P. juliana* vorhanden.

B. Zweck der Untersuchungen

Die wirtschaftliche Bedeutung der Kastanienfruchtinsekten für den Kanton Tessin mußte durch zahlenmäßiges Erfassen der Schäden so gut wie möglich festgestellt werden. Für eventuelle Bekämpfungsmaßnahmen ist der Anteil der in Frage stehenden Insekten am Gesamtschaden wissenswert. Ebenso mußte die Verbreitung in bezug auf Regionen oder Talschaften studiert werden. Die wissenschaftlichen Interessen für Morphologie und Biologie wurden soweit verfolgt, als es für die Praxis unumgänglich war.

C. Untersuchungstechnik und Untersuchungsmaterial

Aus dem Kastanienbaumbestand des Kantons Tessin wurden zufällig einzelne Bäume herausgegriffen, ihre Früchte während der ganzen Vegetationsperiode in bestimmten Zeitabständen und auf bestimmten Probeflächen gesammelt und untersucht. Diese Beobachtungsorte mußten jedoch so gelegen sein, daß alle Bezirke und größeren Gemeinden eingeschlossen waren.

Das angefallene Material wurde im Tessin und in Zürich verarbeitet. Es lieferte gleichzeitig die nötigen Mittel für die biologischen Studien. Einzelne der Beobachtungsstationen dienten zugleich für permanente biologische Freilandversuche.

Als Untersuchungsmaterial dienten ca. 100 000 Kastanien (incl. Fruchtbecher) und ca. 2000 Raupen. Über 500 Einzelzuchten wurden zur Beobachtung angelegt.

D. Untersuchungsgebiet

Die Versuchsbäume entfielen 1953 auf folgende Beobachtungsstationen:

Ludiano	Bezirk Blenio
Rovana	Bezirk Maggia
Robasacco	Bezirk Bellinzona
Davesco	Bezirk Lugano
Aranno	Bezirk Lugano (Malcantone)
Vernate	Bezirk Lugano (Malcantone)
Caneggio	Bezirk Mendrisio

Nicht alle Versuchsbäume vom Vorjahr konnten 1954 beibehalten werden, weil einzelne davon geschlagen wurden. Es war nötig, verschiedene Stationen umzubilden und zwei neue dazuzunehmen. Somit bestanden 1954 und 1955 folgende Beobachtungsorte:

Ludiano	Bezirk Blenio
Personico	Bezirk Leventina
Osogna	Bezirk Riviera
Moghegno	Bezirk Maggia
Golino	Bezirk Locarno
Camorino	Bezirk Bellinzona
Davesco	Bezirk Lugano
Vernate	Bezirk Lugano (Malcantone)
Caneggio	Bezirk Mendrisio

Neben den bestehenden Stationen kamen 1955 noch Erhebungen und Beobachtungen in 107 weiteren Gemeinden dazu.

E. Systematische Stellung und allgemeine Verbreitung des untersuchten Insektes

Im System der Insekten hat *P. juliana* nach der Lepidopterenklassifikation von Bourgogne (1951) folgende Stellung:

Ordnung:	Lepidoptera
Unterordnung:	Heteroneura
Abteilung:	Ditrysia

Familienreihe:	Tortricoidea
Familie:	Tortricidae
Unterfamilie:	Eucosminae
Gattung:	Pammene
Art:	juliana

Die Art kommt im größten Teil von Zentral- und Südeuropa vor. Im Norden geht sie bis nach England und Süd-Skandinavien. Ferner ist sie auch in Kleinasien beheimatet. Nach SCHÜTZE (1931) und KENNEL (1921) lebt die Raupe in Kastanien, Eicheln, Buchnüssen, Ahornsamen und in Eichengallen.

F. Synonymie

Die Synonymie ist äußerst kompliziert und konnte nur dank persönlicher Mitteilungen der H. H. HALL und BRADLEY (in lit.) vom „Commonwealth Institute of Entomology" in London und OBRAZTSOV, New York (in lit.) aufgeklärt werden. Diesen Herren sind wir zu großem Dank verpflichtet.

Phalena (Tortrix) fasciana Linaeus, 1761, Fauna Suec., ed. 2, p. 342, no. 1403.

? Tortrix trinotana Fröhlich, 1828, Enum. Tortr. Würt., p. 94.

Phoxopteris juliana Bentley, 1831, *nomen nudum,* Guide to British Insects, Gen. 956 — 12.

Lozotaenia juliana Stephens, 1835, Illustr. Brit. Entom. Haust. Vol. IV, p. 396.

Philalcea juliana Curtis, 1836, Brit. Ent. XIII, no. 583.

Carpocapsa nimbana Herrich-Schäffer, 1849, System. Bearb. Schm. Eur., 4, p. 252 (1848, Tortr., t. 37, fig. 266).

ab. Carpocapsa herrichiana Heinemann, 1854, Z. Ent. Breslau, p. 1.

Grapholitha (Strophosona) nimbana Heinemann, 1863, Schm. Dtschl. und Schweiz, 2, 1, p. 200.

Phtoroblastis juliana Wocke, 1871, Stgr.-Wck., Cat. Lep. Eur. Faun., p. 259, no. 1194.

Pammene fasciana L. Kloet and Hincks, 1945, Check List of Brit. Insects.

Pammene fasciana L. Lhomme, 1946, Lép. France et Belg. Vol. II, no. 2683.

Nach dem Prioritätsgesetz der zoologischen Nomenklatur sollte der Artname *juliana* durch *fasciana* ersetzt werden. In Anlehnung an die COPENHAGEN DECISIONS ON ZOOLOGICAL NOMENCLATURE 1953, Appendix 2, Documents 1—4, behalten wir den Artnamen *juliana* bei. Nach Artikel 21 der zoologischen Nomenklatur ist der Autor CURTIS durch STEPHENS zu ersetzen.

II. Der Kastanienbaum als Wirtspflanze

Die Edelkastanie, *Castanea sativa* Mill. gehört zur Familie der Fagaceae (Buchengewächse). Sie ist monözisch; auf dem gleichen Kastanienbaum werden männliche und weibliche Geschlechtsorgane beherbergt. Die männlichen Blüten sind in Scheinähren angeordnet, die wir Primärkätzchen nennen. Die weiblichen Geschlechtsorgane sitzen am Grunde der später erscheinenden, kürzeren Scheinähren, die als Sekundärkätzchen bezeichnet werden. Diese tragen nebst den weiblichen Blüten auch noch männliche (Abb. 1).

Abb. 1. Vor den buschigen Primärkätzchen stehen die Sekundärkätzchen mit schon gut entwickelten weiblichen Blüten (Fruchtbecherchen).

Die männlichen Blüten haben 8—12 Staubblätter und stehen nach Hegi (*) in köpfchenförmigen Dichasien. Die weiblichen Blüten weisen 5—8 fadenförmige Narben auf und sind meistens zu dreien in einem Trugdöldchen beisammen. Nach der Befruchtung der weiblichen Blüte verdorren die männlichen Kätzchen, und aus der Hülle des weiblichen Blütenstandes entsteht ein stacheliger Fruchtbecher (Cupula), der meistens zwei Kastanien und eine „blinde Frucht" (castanea vuota) enthält.

Im Tessin brechen die Blätter und die Primärkätzchen Ende April hervor. Einen Monat später erscheinen die Sekundärkätzchen in den Blattachseln vor der Triebspitze. Zu diesem Zeitpunkt blühen die Primärkätzchen. Die weiblichen Blüten können jetzt befruchtet werden. Nach höchstens 10 Tagen beginnen die Primärkätzchen zu welken und fallen ab. Nun geben die männlichen Blüten der Sekundärkätzchen für kurze Zeit Blütenstaub ab, welken dann und fallen ebenfalls zu Boden. Es gibt ganze Bäume, die Primärkätzchen ausbilden, welche nicht im Stande sind, Blütenstaub abzugeben. Ferner haben einzelne Zweige wohl fertile Primärkätzchen, aber keine Sekundärkätzchen mit weiblichen Blüten.

Frohwüchsige Bäume auf geeigneten Standorten vermögen die meisten der angesetzten Früchte zur Reife zu bringen. Heiße Sommermonate, verbunden mit Mangel an Niederschlägen, schlechte Nährstoffverhältnisse des Bodens bewirken das verfrühte Fallen noch nicht durchgereifter Früchte und Fruchtbecher. Dasselbe geschieht bei alten Bäumen in schlechter Kondition. Diese Erscheinung bezeichnen wir als physiologisch bedingten Fruchtbecherfall, welcher mit dem „Rötel" und „Junifall" der Stein- und Kernobstbäume zu vergleichen ist. Kaeser (1932) spricht dabei von „Fallkastanien".

Je nach Sorte und Lage werden im Tessin die Kastanien von Ende September bis Ende November reif. Die Cupula öffnet sich kreuzweise und läßt die Kastanien frei, oder sie fällt mit den Früchten zusammen auf den Boden. Es kommt auf die örtlichen Gebräuche an, ob die Kastanien und Fruchtbecher nach dem Sammeln direkt nach Hause getragen oder zu Haufen zusammengerecht und mit Laub zugedeckt werden. In diesen Haufen öffnen sich die nicht aufgesprungenen Fruchtbecher infolge einsetzender Fermentation. Solche Gärhaufen bleiben oft bis Mitte Dezember liegen, falls sie überwacht werden können.

III. Morphologie von P. juliana

A. Der Falter

a. Allgemeines

Die Körperlänge beider Geschlechter schwankt je nach Ernährungszustand der Raupen zwischen 5 und 7 mm. Im Durchschnitt beträgt sie 5,8 mm. Frischgeschlüpfte Tiere haben in beiden Geschlechtern die gleiche Körperbreite. Zwei Tage später ist das Abdomen des Weibchens wegen der postembryonalen Eientwicklung dicker. Die borstenförmigen Fühler haben eine durchschnittliche Länge von 4 mm. Die Vorderflügellänge variiert von 5,0 bis 7,5 mm; im Mittel beträgt sie 6,7 mm. Die Länge der Hinterflügel schwankt zwischen 5,0 und 6,2 mm; im Mittel beträgt sie 5,6 mm.

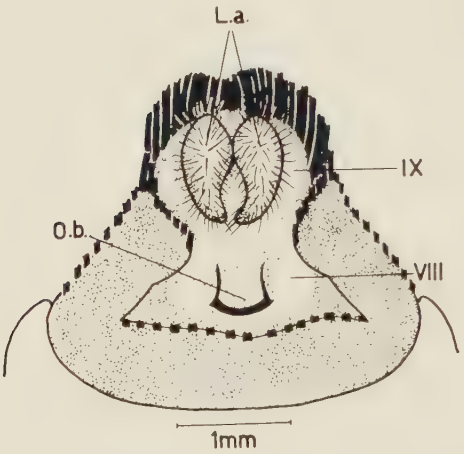
Nach den guten Beschreibungen der Imago von Russo (1947) und Kennel (1921) erübrigt es sich, die arttypischen, imaginalen Merkmale von *P. juliana* erneut aufzuzählen. Ergänzend kann bemerkt werden, daß Männchen und Weibchen keine geschlechtsspezifische Färbung aufweisen. Die Koloration der Vorderflügel von elfenbein, bläulichgrau, bräunlich mit himmelblauer Faserung und tiefschwarzen Punkten gibt dem Falter ein unvorstellbar schönes Aussehen. Bei allen Tieren ist der Prätornalfleck (Spiegel) so typisch ausgebildet, daß eine Verwechslung mit andern Arten kaum möglich ist. Der wurzelwärts anschließende Dorsalfleck ist nicht immer so deutlich abgegrenzt wie das in der Abbildung 2 der Fall ist. Bei einzelnen Exemplaren ist er von grauen Flügelschuppen so stark belegt, daß er kaum augenfällig hervortritt. Bei vielen Tieren ist der wurzelwärts gelegene Flügelteil mehr oder weniger aschgrau gefärbt. Er kann vom weißlichen Anteil so durchsetzt sein, daß er mit dem Dorsalfleck zusammenfließt.

Abb. 2. Imago der *P. juliana*, links gespannt, rechts natürliche Haltung. Vergr.: 2,5

b. Die äußeren Geschlechtsorgane des Weibchens

Die Männchen und Weibchen von *P. juliana* sind durch die Genitalien mit Sicherheit unterscheidbar. Diese sind bei stark abgeflogenen Tieren die zuverlässigsten Unterscheidungsmerkmale gegenüber anderen Arten. Die stark behaarten Endplatten (Laminae abdominales) beim Weibchen, zwischen denen die Analöffnung und die Mündung des Ovipositors liegen, berühren sich am dorsalen, breitern Ende und laufen ventral, schwach gebogen in je eine Spitze aus (Abb. 3). Sie sind entstanden aus dem ursprünglichen 10. Segment. Das 9. Segment ist kurz und nur bei mazeriertem Material sichtbar.

Das 8. Segment weist ventral eine u-förmige Chitinleiste auf, innerhalb welcher der Ductus bursae (Geschlechtsöffnung) mündet. Diese gebogene Chitinleiste gilt als zuverlässiges Bestimmungsmerkmal für das Weibchen der *P. juliana*.



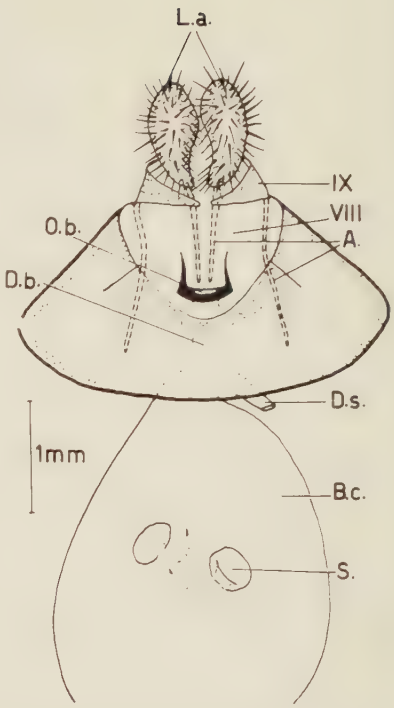


Abb. 3. Abdominalende des Weibchens von *P. juliana* (schematisiert). Links nicht mazeriert, rechts mazeriert. B. c. = Bursa copulatrix, D. b. = Ductus bursae, D. s. = Ductus seminalis, L. a. = Laminae abdominales, O. b. = Ostium bursae, S. = Signum, VIII, IX = 8. u. 9. Segment

c. Die äußeren Geschlechtsorgane des Männchens

Nach den gut sichtbaren Valven kann ohne Schwierigkeit auf das Geschlecht geschlossen werden. Zur Ermittlung der Artzugehörigkeit ist die Beschaffenheit des Penis und der Valven ausschlaggebend (Abb. 4). Der Genitalapparat umfaßt das 8., 9. und 10. Segment. Das 9. Segment ist zu einem schwach chitinisierten Ring, dem Vinculum, ausgebildet, und das 10. Segment besteht aus einem membranösen, dachförmig gewölbten Gebilde über dem Penis. Die Valven sind an der Innenfläche vom Dorsal- zum Ventralrand zunehmend behaart. Auf der ventralen Seite sind

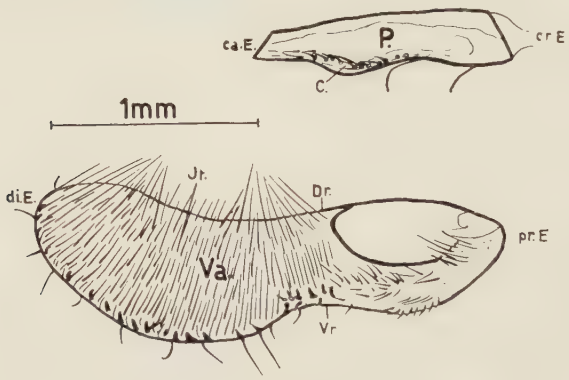


Abb. 4. Penis und Valve des Männchens von *P. juliana*. P. = Penis, C. = Cornuti, ca. E. = caudales Ende, cr. E. = craniales Ende, Va. = Valve, If = Innenfläche, Dr. = Dorsalrand, Vr. = Ventralrand, di. E. = distales Ende, pr. E. = proximales Ende

die Haare kurz und dicht, gegen den dorsalen Rand hin spärlich und länger. Am proximalen Ende der Valvenbasis stehen einzelne, lange und kurze Haare in kleinern oder größern Büscheln. Das distale Ende der Valvenaußenfläche ist dicht mit Schuppen belegt.

Der pistolenförmige Penis (Aedeagus) steht in bezug auf den Falter horizontal. Der caudale, dünnere Teil reicht in Ruhestellung bis zum Ende des 9. Segmentes, von welchem er dorsal umschlossen wird. Die Cornuti des ausstülpbaren Teils des Penis sind caudal gerichtet.

B. Das Ei

Die untersuchten Eier wurden von den Faltern auf Cellophan, Zelluloseazetat oder im Freien auf Kastanienblätter abgelegt. Sie sind im Mittel 0,69 mm lang, 0,61 mm breit und im Scheitel 0,19 mm hoch. In ihrer Projektion sind sie meistens oval, seltener kreisrund und liegen der Auflagefläche fest an. Die Randpartie des deponierten Eies ist glasklar, weil sie frei ist von Dotter. Die Dottermasse ist kurz nach der Ablage kompakt, trüb und von elfenbeinfarbigem Aussehen. Die Oberflächenstruktur der Eihaut ist rasterartig. Die einzelnen punktförmigen Vertiefungen glänzen nach dem Schlüpfen der Junglarve in den Spektralfarben. Die Embryonalentwicklung kann wegen der Durchsichtigkeit der Eihaut gut verfolgt werden. Das ausgebildete Räupchen liegt entweder in einem Rechts- oder Linksbogen unter dem Chorion. Die Austrittsöffnung ist kaum sichtbar am Eirand.

C. Die Larve

a. Feststellung der Häutungen

Die Raupen entwickeln sich in den jungen Kastanienfruchtbechern oder später in den Kastanienfrüchten. Die Häutungen sind deshalb nur durch jeweiliges Aufschneiden derselben feststellbar. Bei dieser Manipulation wurden viele Raupen getötet oder bohrten sich beim Vorsetzen einer weitern Frucht nicht mehr ein. Etwas besser konnten die Häutungen an Raupen verfolgt werden, die auf Kastanienblättern gezogen wurden. Ferner hatten wir alle 10 Tage befallene Fruchtbecher gesammelt, die Raupen getötet und vermessen. Bei den Messungen der Kopfkapselbreite, von oben gesehen vom äußersten rechten bis zum äußersten linken Punkt, und der Körperlänge hat sich bald herausgestellt, daß letztere keine Anhaltspunkte für das bestehende Stadium liefern konnte. Einfache Versuche zeigten, daß gleichalte Raupen mit ausgewachsenen Kastanien oder Eicheln und mit Blättern oder grünen Fruchtanlagen gefüttert, ganz verschiedene Körperlänge und -dicke bei gleicher Kopfkapselbreite erreichten.

In der graphischen Darstellung (Abb. 5) sind auf der Abszisse die Kopfkapselbreiten und auf der Ordinate die Anzahl der gemessenen Tiere aufgetragen. Die über 400 gemessenen Kopfkapselgrößen gruppieren sich so, daß die entsprechenden Stadien ersichtlich werden. Die errechneten Mittelwerte sind durch die gestrichelten Vertikalen angegeben. Die Stadienfolge lautet: 0,21 — 0,49 — 0,76 — 1,05 — 1,36 mm.

Unsere Werte decken sich nicht mit denjenigen von Martignoni (1952),

welcher das erste Stadium aus zeitlichen Gründen nicht erfassen konnte und über zu wenig Material verfügte.

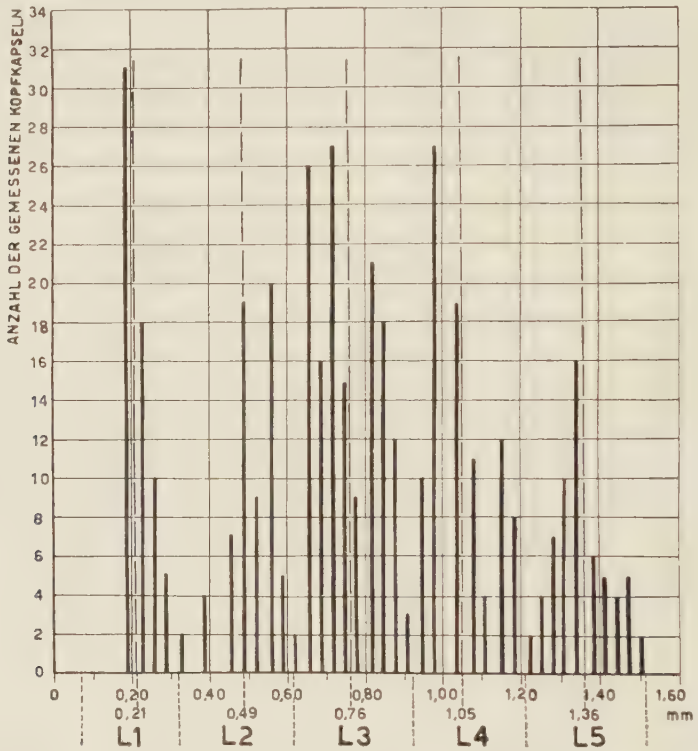


Abb. 5. Darstellung der Larvenstadien nach Kopfkapselmessungen. Auf der Abszisse sind die Kopfkapselbreiten in mm aufgetragen. Die Zahlen der zweiten Linie geben die Mittelwerte der L 1- bis L 5-Stadien an. Auf der Ordinate ist die Anzahl der gemessenen Kopfkapseln aufgetragen

b. Beschreibung der Larvenstadien

Die Raupe von *P. juliana* zeigt nach Oberflächenstruktur und Haaranordnung ein den Wicklern entsprechendes Bild, wie das am allgemeinen Schema von Peterson (1951) gezeigt wird. Die Haare stehen in einer von einem erhabenen Basalring gebildeten Alveole. Die meisten sind kräftig gebaut, so daß man sie Borsten nennen kann. Mit wenigen Ausnahmen stehen alle in einer sklerotisierten, markanten Epidermispartie, die meistens „Warze", besser aber Borstenplatte genannt wird. Diese Borstenplatten sind gute Unterscheidungsmerkmale der Raupen des 2. bis 5. Stadiums, gegenüber denjenigen von *L. splendana,* die kaum sichtbare Warzen aufweisen. Die Länge der Borsten variiert von 0,1—0,5 mm.

Außer der Eilarve sind Kopfschild (Clypeus), Stirn (Frons), Scheitel (Vertex), Nackenschild und Segmente aller Stadien gleich behaart. Die zwei mittleren Rückenborstenplatten des 2. und 3. Segmentes liegen nebeneinander und tragen je zwei Haare. Vom 4. bis 11. Segment sind die Platten aufgeteilt und liegen in trapezförmiger Anordnung hintereinander und haben je eine Borste. Beim 12. Segment erfahren sie wieder eine Verschmelzung. In den Abbildungen 6 und 7 ist die Anordnung der Borsten dargestellt.

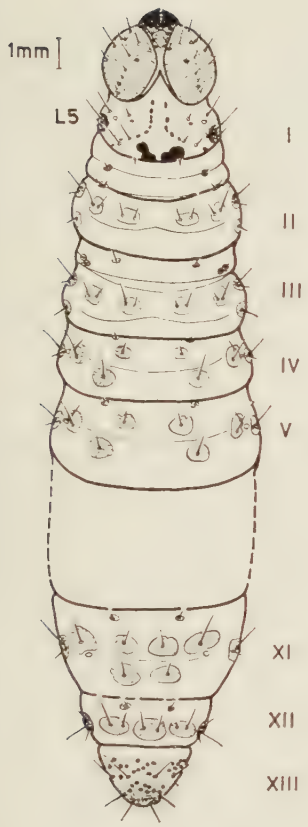


Abb. 6. Dorsalansicht von Kopf, Brust- und Endstück einer ausgewachsenen Raupe von *P. juliana*. Die Beborstung entspricht den Verhältnissen von L 2 bis L 5. Die röm. Zahlen geben die Segmente an

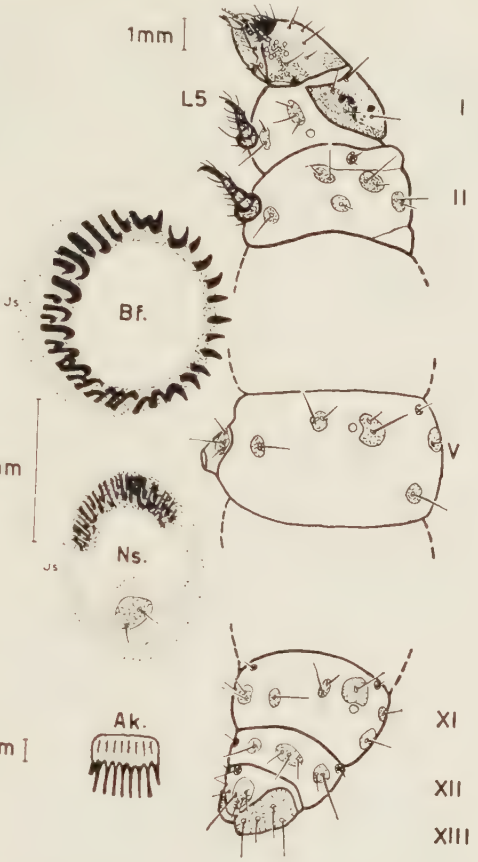


Abb. 7. Lateralansicht von Kopf, einzelnen Thorax- und Abdominalsegmenten einer ausgewachsenen Raupe von *P. juliana*. Die röm. Zahlen geben die Segmente an. Bf. = Bauchfuß, Js. = Innenseite, Ns. = Nachschieber, Ak. = Analkamm

Kopf, Nackenschild, Borsten und Borstenplatten ändern sich der Farbe nach etwas von Stadium zu Stadium.

Der Analkamm (Abb. 7) tritt in allen Stadien auf. Er hat je nach Individuum 6—11 Zähne. Seine Form und die Beschaffenheit der Einschnitte sind arttypisch.

Stadium I, L 1

Die Länge der Raupe schwankt zwischen 1,5 und 2 mm. Die Kopfkapselbreite liegt im Mittel bei 0,21 mm. Bei der Behaarung fehlen die zwei caudal gerichteten Härchen am Hinterrand des Nackenschildes. Ebenso fehlen die je sechs, cranial der großen Rückenwarzen liegenden Haarspitzchen des 2. und 3. Segmentes und die je zwei gleichgelegenen der übrigen Segmente.

Der Einhäuter ist weißlichgelb mit dunkelbraunem Kopf und schwach braun gefärbtem Nacken- und Afterschild. Die schwarzbraunen Borstenplatten sind punktförmig und kaum sichtbar.

Stadium II, L 2

Der Zweihäuter hat eine Länge von 3,5—4 mm; seine Kopfkapsel mißt im Mittel 0,49 mm. In diesem Stadium ist das Haarsortiment schon vollständig und bleibt von jetzt ab in allen Stadien gleich. Die Raupe ist weißgelb und schwach rötlich angefärbt. Die stark sklerotisierten Körperteile sind kastanienbraun. Die Borstenplatten sind als kleine Flecken gut sichtbar.

Stadium III, L 3

In diesem Stadium erreicht die Raupe eine Länge von 5—6 mm. Die mittlere Kopfkapselbreite ist 0,76 mm. Die Farbe der Raupe ist gleich wie im vorhergehenden Stadium, mit meistens anthocyanfarbigen cranialen Segmenträndern. Die Borstenplatten sind wie Kopf-, Nacken- und Afterschild gelblichbraun.

Stadium IV, L 4

Der Vierhäuter hat eine Länge von 7—9 mm. Die Kopfkapsel mißt im Mittel 1,05 mm. Die Farbe aller Körperteile ist gleich wie im Stadium 3. Die großen braunen Warzen sind sehr auffällig.

Stadium V, L 5

Die Raupe im letzten Larvenstadium hat eine Länge von 10—13 mm. Die Kopfkapselbreite ist im Mittel 1,36 mm. Die rötliche Färbung nimmt ab, wenn die ausgewachsene Raupe im Winterkokon ist. Die Raupe wird blaßgelb und etwas kürzer. Die sklerotisierten Körperteile erscheinen dunkelbraun.

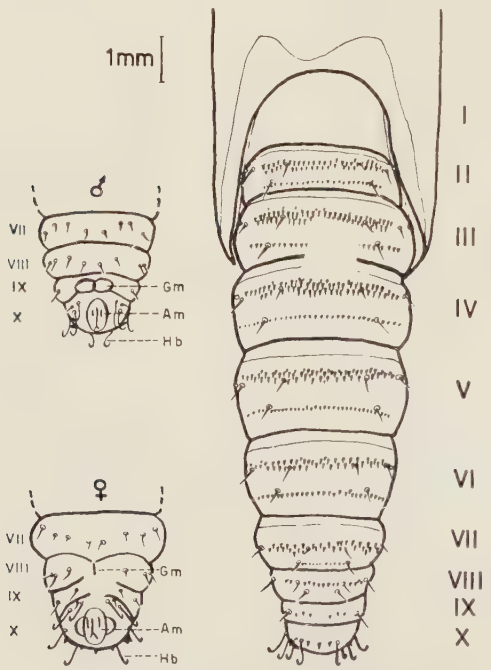


Abb. 8. Dorsalansicht eines Teiles der Puppenkutikula rechts und Ventralansicht der Abdominalenden von männlichen und weiblichen Puppen von *P. juliana*. Die röm. Zahlen geben die Segmente an. Gm = Geschlechtsmarke, Am = Analmarke, Hb = Hakenborsten

D. Die Puppe

Die Mumienpuppe (Pupa obtecta) von *P. juliana* ist 7—9 mm lang. Die Hinterleibssegmente weisen dorsal 1—2 Dörnchenreihen und je 2—6 echte Haare auf. Der cranial gelegene Zahnkranz ist mit stärkeren und zahlreicheren Dörnchen besetzt.

Die Farbe ist zu Beginn der Puppenruhe braungelb und wechselt während der innern Metamorphose zu rotbraun. Ungefähr einen Tag vor dem Schlüpfen ist sie schwarzbraun.

Die Puppenkutikula weist am abdominalen Teil eine feinkörnige Zeichnung auf.

Eine solche ist an den Flügelscheiden und den restlichen Körperteilen nicht ersichtlich.

Am abgerundeten Hinterleibsende ist kein Aftergriffel (Cremaster) vorhanden. Beidseits der Analmarke sitzen je vier flache, leicht geschwungene Hakenborsten.

Männliche und weibliche Puppen können durch die Geschlechtsmarke am 9. bzw. 8. Segment unterschieden werden. Die Abbildung 8 zeigt einen Teil der Puppenhülse und die Geschlechtsmarken.

IV. Biologie von P. juliana

A. Der Falter

a. Allgemeines

Der Falter sitzt während des Tages auf der Blattunterseite, an den Ästen oder am Stamm. Hier ist er sehr schwer zu beobachten, da seine Farbe in bester Übereinstimmung steht mit den Flechten und der Borke des Kastanienbaumes. Durch Abklopfen von Blättern und Ästen konnte der Falter nur selten gefunden werden. In Zuchtkäfigen gehaltene Tiere blieben tagsüber absolut ruhig. Regelmäßig gegen 19.00 Uhr begannen sie aktiv zu werden und flogen unruhig im Zuchtgefäß umher. Diese Beobachtung konnte auch in Räumen ohne Tageslicht gemacht werden.

b. Falterflug

Wir kontrollierten den Falterflug im Freien durch Nachtfang mit einer Quecksilberdampflampe nach Robinson (1950). Die Lichtfalle war direkt im Kastanienhain montiert. Alle Tage wurden die Falter aus dem Lampenbehälter genommen und in Cellophansäckchen zur Auszählung aufbewahrt.

Die Zeit des Hauptanfluges ans Licht war zwischen 22.00 und 23.00 Uhr. Nach 23.00 Uhr waren die Anflüge sehr selten.

Das Verhältnis von Männchen zu Weibchen bei den am Licht gefangenen Tieren war 3:2.

1954 stand die Lichtfalle in Trevano bei Lugano und 1955 in Ludiano im Bleniotal. Beide danach erstellten Flugkurven sind nicht wesentlich verschieden, weil die klimatischen Verhältnisse von Trevano und Ludiano ähnlich sind.

In der graphischen Darstellung (Abb. 9) ist der Verlauf des Falterfluges von 1955 in Ludiano aufgezeichnet. Am 7. Juni flogen die ersten Falter ans Licht. Von Mitte Juni bis Mitte Juli herrschte die größte Flugintensität, welche wegen Schlechtwetterperioden allerdings erheblich schwankte. Die Unterbrechungen sind jedoch nicht allein abhängig von den momentanen Witterungsfaktoren. Es äußern sich auch die Einflüsse des Vorjahres auf die damalige Larvenentwicklung und die damit verbundene Reife. Die einzelnen Tiere, die nach dem 15. Juli flogen, sind für die Praxis ohne Bedeutung. Solche Nachzügler waren auch 1953 und 1954 am Licht und in den Kulturen festzustellen.

Es ist anzunehmen, daß die Intensität des Falterfluges ein Maß für das Schlüpfen der Schmetterlinge darstellt. Das ergibt sich aus folgenden Kontroll-

versuchen: Im Vorjahr waren große Kisten mit bewohnten Fruchtbechern gefüllt worden. Diese Kisten wurden im Freien unter einem Bretterdach aufgestellt. Einzelne von ihnen waren zeitweise der direkten Sonnenbestrahlung ausgesetzt.

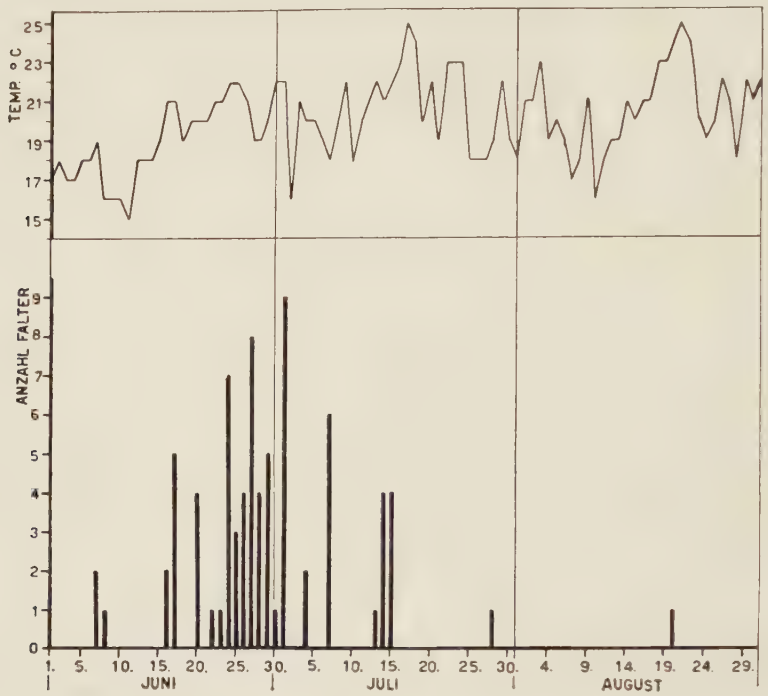


Abb. 9. Falterflug von *P. juliana* in Ludiano 1955. (Temperatur als Tagesmitteltemperatur)

Die Zahl der in diesen Kisten geschlüpften Tiere je Tag war annähernd proportional mit der Anzahl der Falter, die ans Licht anflog. Eine Ausnahme machten die Tiere in den Kisten mit direkter Sonnenbestrahlung; sie schlüpften allgemein 6—7 Tage vor den andern. Das Verhältnis von Männchen zu Weibchen ist nach den Schlüpfkontrollen 1 : 1 (Lichtfang 3 : 2).

Bei *P. juliana* kann nicht eindeutig festgestellt werden, daß die Männchen vor den Weibchen schlüpfen. Dies zeigte sich im Freiland und im Laboratorium, wo männliche und weibliche Falter von Anfang an in gleicher Zahl vorhanden waren.

Zusammenfassend gesagt, findet der Falterflug von *P. juliana* von Mitte Juni bis Mitte Juli statt, ungefähr einen Monat vor demjenigen von *L. splendana,* der von Mitte August bis Mitte September dauert.

c. Die Kopulation

Bei Faltern mit postmetaboler Eientwicklung ist die Begattung in Zuchtgefäßen sehr erschwert. Diese Ansicht von EIDMANN (1931) bestätigt sich für *P. juliana.* In über 100 Einzelzuchten im Laboratorium und an Kastanienbäumen in großen Zuchtsäcken, Cellophantüten, Drahtgitterrohren, Celluloseazetat- und Glasgefäßen ist nur dreimal eine Kopula zustande gekommen.

Die Kopulation findet vermutlich kurz nach Sonnenuntergang statt. Genaue Daten können aus den erwähnten Schwierigkeiten nicht angegeben werden, obwohl viele Beobachtungen zu jeder Tages- und Nachtzeit gemacht wurden. Die Begattung muß kurze Zeit, wahrscheinlich 1—2 Tage nach dem Schlüpfen erfolgen; denn nur die am Licht gefangenen, absolut unversehrten Weibchen legten in den Zuchtgefäßen die maximale Eizahl ab.

d. Eireifung und Eizahl

Kurz nach dem Schlüpfen wurden die Eischläuche der weiblichen Falter untersucht. Diese zeigten keine reifen Eier. Der Reifungsprozeß setzt sofort mit Beginn des imaginalen Lebens ein. Unbegattete Weibchen legten nach 8—10 Tagen Eier ab; begattete schon nach 5—6 Tagen.

Nichtbegattete Weibchen legten im Durchschnitt 80 Eier ab, die sich nicht weiterentwickelten. Die befruchteten Weibchen legten im Mittel 180 Eier, im Maximum 336 Eier ab. Die letzte Zahl stimmt gut mit den zählbaren Eianlagen der acht Ovariolen zu je 40 Eiern = 320 Eier überein.

Das imaginale Leben unbegatteter Weibchen ist erheblich länger als dasjenige begatteter Tiere. Wahrscheinlich werden die meisten Eianlagen zur Bestreitung des Stoffwechsels resorbiert, nachdem die übrigen Reservestoffe im Körper aufgezehrt sind. Unbegattete Weibchen leben bis zu 30 Tagen; begattete nur 10—12 Tage. Die Männchen sterben nach 8—10 Tagen.

B. Das Ei

a. Eiablage

Im Freien legt das Weibchen nach Einbruch der Dämmerung die Eier hauptsächlich auf Blätter, seltener auf das Fruchtholz oder auf den Fruchtbecherfuß ab. Es besteht keine Regel, wonach die Blattober- oder -unterseite zur Eiablage bevorzugt wird. Die Eier liegen aber immer so, daß sie von Blättern überschattet werden können. Sie befinden sich auch meistens in der Nähe von Fruchtbechern, können aber auch in den innern Partien der Krone gefunden werden. Nach Bovey (1949) wurden ganz ähnliche Verhältnisse beim meisterforschten Wickler *Laspeyresia pomonella* Linaeus auf Aprikosen beobachtet.

An 2500 Blättern, während der Hauptflugperiode zufällig gepflückt, wurden pro 100 Blätter im Durchschnitt 12 Eier gefunden.

Solange die Eier nicht im Rotringstadium sind, ist es schwer sie zu finden, weil sie einzeln an die Blattrippen geklebt werden.

Abb. 10. Eier von *P. juliana* (abgelegt in Gefangenschaft), im Rotringstadium. Vergr.: 5 ×

Weibchen, die bei verschiedenen Temperaturen im Thermostat gehalten wurden, zeigten, daß sie nur bei Temperaturen über 15° C Eier ablegten. Bei 15° C verhielten sie sich auch am Abend völlig inaktiv. Gefangene Weibchen legten die Eier mit Vorliebe auf Cellophan oder Zelluloseazetat ab. Sie zogen diese Stoffe sogar den Kastanienblättern vor. Im Gegensatz zu den Freilandbedingungen kam es oft vor, daß die Eier in Reihen bis zu 10 Stück oder in Gruppen abgelegt wurden (Abb. 10).

Das ganze Eigelege wurde nie in einem Zuge abgelegt. Das war aus den Schlüpfraten der Eiraupen deutlich ersichtlich. Ein Eigelege von 300 Eiern wird beispielsweise an 4—5 Tagen abgelegt.

Zur Illustration der Eiablagetätigkeit greifen wir ein gefangenes Weibchen heraus:

18.10 Weibchen sitzt still auf einem Kastanienbaum;
18.14 es ist unruhig, bewegt sich an Ort und Stelle;
18.16 es fliegt an die Cellophanhülle, zurück auf ein Kastanienblatt, eilt auf und ab, fliegt an das Cellophan, dreht sich, fliegt ans Fruchtholz des Zweiges, eilt an ihm entlang, erreicht ein Kastanienblatt, bleibt bewegungslos sitzen;
18.25 es schlägt die Flügel hoch und streckt sich;
18.27 betastet mit den Endplatten die Unterlage, drückt ein Ei heraus; das Abdomen kreist horizontal; das Ei ist an eine Blattrippe geklebt;
18.28 das Weibchen fliegt auf ein anderes Blatt, betastet eine Stelle davon, drückt ein Ei heraus, kreist mit dem Abdomen; das Ei ist ans Blatt geklebt;
18.29 das Weibchen läßt sich auf ein tiefer stehendes Blatt fallen, prüft die Auflagefläche, macht mit dem Hinterleib eine Kreisbewegung; das Ei ist abgelegt;
18.30 das Weibchen fliegt auf das oberste Blatt, bleibt unbeweglich sitzen;
18.50 es wird unruhig, fliegt blitzschnell an das Cellophan, zurück auf ein Blatt usw.

So und auf ähnliche Weise wiederholte sich die Eiablagetätigkeit, bis über 30 Eier abgelegt waren.

b. Embryonalentwicklung der Eier

Die auf Cellophan oder Blätter abgelegten Eier kamen in Hygrostatenschalen und wurden im Stufenthermostat bei verschiedenen Temperaturen und gleicher Luftfeuchtigkeit von 70—80% gehalten. Der Verlauf der Embryonalentwicklung zeigte z. B. bei 22,7° C bereits nach 10 Stunden eine Differenzierung der Dottermasse, die von Wyniger (1956) als „Schildstadium" bezeichnet wird. Nach 15 Stunden ist der nach rechts oder links gebogene, glasartige Keimstreifen in der milchigen Dottermasse zu erkennen. Dieser wird bei ca. 45 Stunden rötlich (Rotringstadium) und färbt sich in den folgenden Tagen tiefrot. Nach 5 Tagen ist der Raupenkopf angedeutet. Er ist am 6. Tag vollständig sklerotisiert. Am 7. Tag schlüpft das Räupchen, indem es die Eihaut dort, wo sie sich gegen die Auflage umbiegt, durchstößt.

In der Tabelle 1 ist die Embryonalentwicklung dargestellt. Die Zahlen sind Mittelwerte, die sich aus unsern Versuchen mit 330 Eiern ergeben haben. Der Entwicklungsnullpunkt wurde bei 11° C gefunden. Er liegt bei derjenigen Temperatur, bei der die Embryonalentwicklung wohl noch möglich ist, die Raupe aber wegen der langen Entwicklungsdauer aus physiologischen

Gründen eingeht. Somit sind nur die über dem Entwicklungsnullpunkt liegenden Temperaturen für die Weiterentwicklung wirksam. Die Dauer der Entwicklung wurde für die Praxis in Tage umgerechnet und zur Bestimmung der „Wärmesumme" in Stunden aufgeführt. Die Wärmesumme bleibt nach Blunk (1923) im Entwicklungsbereich einer bestimmten Art konstant. Sie kann als Produkt der wirksamen Temperatur und der Entwicklungsdauer berechnet werden. Wyniger (1956) drückt sie in Gradstunden aus. Die Mortalitätsziffer zeigt an, wieviel Prozent aller Tiere gestorben sind.

Tabelle 1

Entwicklung der Eier von P. juliana bei verschiedenen Temperaturen

Temperatur in ° C	Wirksame Temp. in ° C	Entwicklungs-dauer in Tagen	Entwicklungs-dauer in Std.	Wärmesumme in Gradstunden	Mortalität in %
11,0	0	—	—	—	100
13,0	2,0	42	1008	2016	20
15,0	4,0	21	504	2016	10
17,0	6,0	14	336	1996	3
18,8	7,8	11	264	2059	0
20,5	9,5	9	216	2052	0
22,7	11,7	7	168	1966	3
25,0	14,0	6	144	2016	3
28,5	17,5	4¾	114	1995	3
32,0	21,0	4	96	2016	13
34,0	—	5	120	—	27

Entwicklungsnullpunkt = 11° C
Wirksame Temperatur = ° C über 11° C
Gradstunden = wirks. Temp. × Entwicklungsdauer in Std.

Rund 2000 Gradstunden sind erforderlich von der Ablage des befruchteten Eies bis zum Ausschlüpfen der Eiraupe. Die Entwicklungszeit ist am kürzesten bei einer Temperatur von 32° C; darüber verlängert sich die Dauer

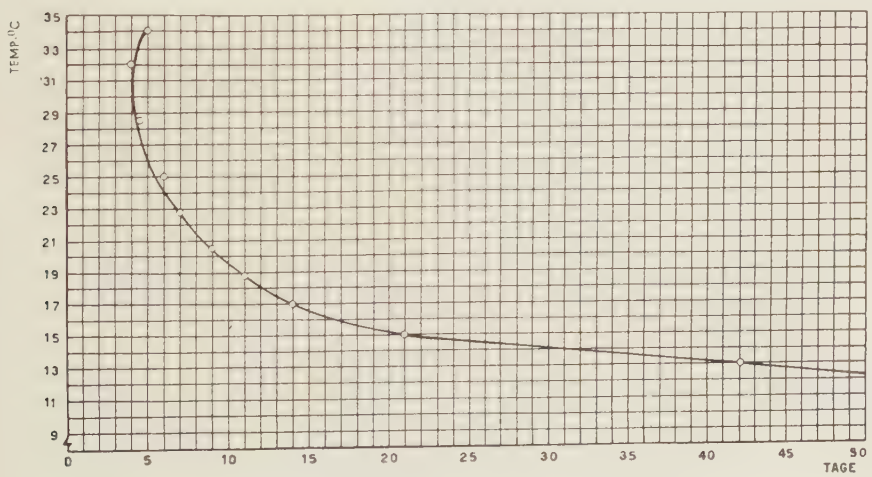


Abb. 11. Die Entwicklung der Eier von *P. juliana*

wieder. Nach der Mortalität zu schließen wäre die Entwicklung bei der bestehenden Luftfeuchtigkeit bei 18—20° C optimal.

In erster Linie ist für die Geschwindigkeit der Eientwicklung die Temperatur ausschlaggebend. Nur extrem geringe Luftfeuchtigkeit (z. B. 30%) bei hohen Temperaturen vermögen das Schlüpfen nachteilig zu beeinflussen. Die Widerstandsfähigkeit der Eier von *P. juliana* ist allgemein sehr groß. Auf den Kastanienbäumen wurden nie tote Eier gefunden.

In der Abbildung 11 ist die Embryonalentwicklung graphisch dargestellt. Die Lage der Mittelwerte wurde durch eine Kurve gekennzeichnet, die bis zum Kurvenpunkt bei 32° C als eine der Hyperbel angenäherte Funktion betrachtet werden kann.

C. Die Larve

a. Die Larvenentwicklung während der Fraßzeit

Das Dasein der Larven beginnt mit dem Verlassen der Eihaut und endet bei der Verpuppung. Wir verfolgen vorerst nur die Entwicklung der Raupe, solange sie Nahrung aufnimmt und sich durch das Wachstum ändert. Die Fraßzeit der Raupen wurde an Kastanienbäumen im Freien und „in vitro" im Laboratorium beobachtet.

Im Kastanienhain war es schwer, Bäume mit tiefhängenden Fruchtästen zu finden. Die Larven konnten nur durch das Aufschneiden der Fruchtbecher kontrolliert werden, wobei sie oft getötet wurden oder die neu vorgesetzten Kastanien-Igel nicht mehr annahmen.

Abb. 12. Die 5 Larvenstadien von *P. juliana*. Ganz rechts: ausgewachsene Larven im Kokon. Vergr.: 4 ×

Im Laboratorium wurde die Raupenzucht durch ungünstiges Verhalten der Nährsubstrate erschwert. Bei hoher Luftfeuchtigkeit und Temperatur über 20° Celsius verschimmeln die Kastanien sehr rasch. Kastanienmehl in Agar-Agar wurde nicht angenommen. Kastanienblätter als Futter eignen sich nur dann gut, wenn laufend frisches Material zur Verfügung steht.

Die Abbildung 12 zeigt die fünf Raupenstadien, und ihre nachstehende Beschreibung gilt für Freilandbedingungen mit mittleren Temperaturen von 19—20° C.

Stadium I, L 1 (Dauer 6 Tage)

Die geschlüpfte Larve frißt normalerweise zuerst an einem Kastanienblatt oder am Fruchtfuß eines kleinen Fruchtbechers in der nächsten Umgebung des Schlüpfortes. Das Räupchen nagt einen Gang ins Blatt (Abb. 13) und deckt seinen Wirkungsraum mit Seidenfäden und Kotpartikeln. Das Vorhandensein der Larve kann vom bloßen Auge kaum festgestellt werden.

Nach 2 Tagen dringt sie neben dem Fruchtbecherfuß, seitlich der Cupula oder von den Narben her in den Fruchtbecher ein. Es wird keine von diesen Eintrittstellen bevorzugt. Vier Tage darauf häutet sie sich das erstemal.

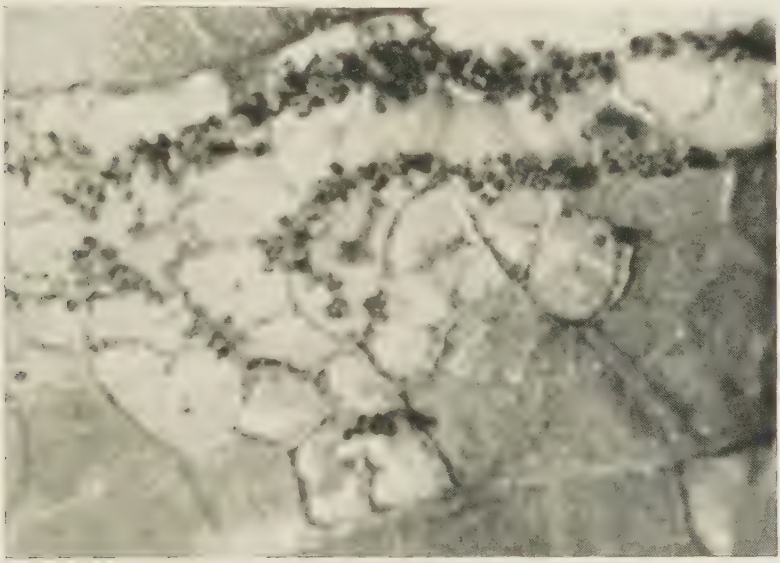


Abb. 13. Fraßgang in einem Kastanienblatt, verursacht durch eine Junglarve von *P. juliana*. Vergr.: 10 ×

Stadium II, L 2 (Dauer 7 Tage)

Die Raupe bleibt während des ganzen 2. Stadiums im erstbefallenen Fruchtbecher. Mit dem Analkamm befördert sie den Kot nach außen und hält ihn zwischen den Hüllblättchen des Fruchtbechers oder an den Narben mit Seidenfäden fest. Die Kothügelchen sind nun gut sichtbar. Nach sieben Tagen wirft die Raupe die Haut ab, verläßt durch den Kotauswurfgang den ausgehöhlten Fruchtbecher und dringt in einen anderen ein.

Stadium III, L 3 (Dauer 8 Tage)

An einem Zweig sitzen oft vier bis fünf, bei gewissen Sorten ganze Trauben von Fruchtbechern. Mit zunehmendem Wachstum berühren sie sich seitlich. Die Larve bevorzugt diese Berührungsstelle zum Eindringen. Die Kothügel werden erheblich größer als im 2. Stadium (Abb. 14). Nach acht Tagen häutet

Abb. 14. Kothügel einer L 3 von *P. juliana* an einem Kastanienfruchtbecher. Vergr.: 0,5 ×

sich die Larve, und gewöhnlich wechselt sie kurz darauf den Fruchtbecher.

Stadium IV, L 4 (Dauer 8 Tage)

Der neu bezogene Fruchtbecher enthält nun erheblich größere Fruchtknoten. Nach acht Tagen wirft der Vierhäuter die Haut ab, und weil die Nahrung meistens ausreicht, bleibt er auch während des letzten Stadiums im gleichen Fruchtbecher.

Stadium V, L 5 (Dauer 10 Tage ohne Diapause)

In diesem letzten Stadium frißt die Raupe noch 10 Tage, dann verläßt sie den Fruchtbecher und sucht auf dem Wege über Zweige und Äste den Stamm auf. Dort spinnt sie in einem Borkenriß ein vorzüglich getarntes Raupengespinst (Kokon) (Abb. 15) und bleibt darin bis zur Verpuppung im nächsten Frühling.

Abb. 15. Zwei Kokons *von P. juliana* an Kastanienborke, unter der Pfeilspitze ein größeres, links neben diesem ein kleineres. Vergr.: 4 ×

Die Entwicklung der Raupe vom Verlassen der Eihaut bis zum Beginn der Diapause haben wir im Stufenthermostat verfolgt. Eine Serie wurde mit Kastanien und eine andere mit Kastanienblättern gefüttert. Die Tabelle 2 zeigt die Dauer der Fraßperiode bei verschiedenen Temperaturen. Der Entwicklungsnullpunkt liegt bei 11,0° Celsius. Die Raupe benötigt ca. 9200 Gradstunden bis sie zur Überwinterung reif ist.

Nach den Aufzeichnungen eines Thermo-Hygrographen konnten wir die Gradstunden auch für die Freilandkulturen ermitteln. Die benötigte Wärmesumme belief sich auf 8950 Gradstunden und stimmt somit gut mit den Resultaten im Laboratorium überein.

Die ersten Räupchen schlüpfen ungefähr Mitte Juni. Zu diesem Zeitpunkt sind die Fruchtknoten noch sehr klein, weshalb den ersten Stadien hauptsächlich grüne Pflanzenteile (Cupula) als Nahrung dienen. Die Larven aus später abgelegten Eiern finden während aller Stadien bereits ausgewachsene, eiweiß- und stärkehaltige Kastanien vor. Entsprechend diesen Nahrungsunterschieden sind die ersten ausgewachsenen Raupen kleiner als jene, die später reif werden.

Die gleichen Feststellungen wurden an Larven gemacht, von denen die erste Serie mit Blättern und die zweite mit Früchten ernährt wurde. Die Raupen der zweiten Serie waren länger und dicker.

Wir besitzen nicht genügende Unterlagen, um sicher aussagen zu können, ob die Entwicklungsdauer von der Ernährung abhängig sei. Wir möchten darauf hinweisen, daß wahrscheinlich die benötigte Wärmesumme für die

Tabelle 2

Entwicklung der Raupen von P. juliana während der Fraßperiode bei verschiedenen Temperaturen

Temperatur in ° C	Wirksame Temp. in ° C	Entwicklungsdauer in Tagen	Entwicklungsdauer in Std.	Wärmesumme in Gradstunden	Mortalität in %
13,0	2,0	192½	4620[1]	9240	—
15,0	4,0	96½	2316[1]	9264	—
17,0	6,0	64	1536	9216	20
18,8	7,8	49½	1188	9266	10
20,5	9,5	40½	972	9234	0
22,7	11,7	33	792	9266	0
25,0	14,0	27½	666	9240	0
28,5	17,5	22	528	9240	7

[1] errechnete Werte

Entwicklungsnullpunkt = 11° C
Wirksame Temperatur = ° C über 11° C
Gradstunden = wirks. Temp. × Entwicklungsdauer in Std.

Entwicklung der Raupen die gleiche bleibt; ändern wird sich lediglich die Größe der Larven und der daraus entstehenden Imagines.

b. Die Winterruhe (Diapause)

Die Winterruhe der *P. juliana* fällt mit der Diapause der ausgewachsenen Larve zusammen. Sie beginnt nach der Erstellung des filzartigen, dichten Raupengespinstes und endet mit der Verpuppung. Während der Winterruhe wird keine Nahrung aufgenommen.

Spuler (1910) und Kennel (1921) geben an, daß die Raupen „unter der Rinde" überwintern. Martignoni (1954) gibt „die Hauptquartiere der überwinternden Larven als vorläufig noch unbekannt" an, deutet aber auf verschiedene Orte hin.

In unsern Untersuchungen prüften wir die zwei Möglichkeiten der Überwinterung am Stamm und in der Bodenstreue.

Wir pflanzten im Freien Kastanienstämmchen in mit Erde und Bodenstreue gefüllte Kisten. Um die Stämmchen wurden Wellkartonfanggürtel gelegt und der Bodenstreue ausgewachsene Larven beigegeben. In den später durchgeführten Kontrollen fanden wir 98 % der Raupen in den Fanggürteln und nur 2 % machten den Kokon in der Bodenstreue. Bei einem andern Versuch zählten wir die befallenen Fruchtbecher auf kleinen Kastanienbäumen und ermittelten die Anzahl der Raupen. In den zur Kontrolle angelegten Wellkartongürteln fanden wir später praktisch alle vorhandengewesenen Larven. Solche Versuche gelingen nur, wenn Bäume mit glatter Rinde zur Verfügung stehen, sonst verkriechen sich einzelne Tiere und gehen nicht in die Fanggürtel.

Bei starkem Wind kann es vorkommen, daß bewohnte Fruchtbecher mit den Larven zusammen auf den Boden fallen. Um zu prüfen, ob auch solche Tiere den Stamm wieder aufsuchen, haben wir am Fuße des Stammes begonnen, in folgender Reihenfolge Fanggürtel angebracht: Wellkartonring— Wellkartonring — Leimring (beidseits bestrichen) — Wellkartonring — Leimring — Wellkartonring — Wellkartonring. Die herabgefallenen, nicht aus-

gewachsenen Raupen kletterten auf der Suche nach Nahrung wieder den Stamm empor. Dabei passierten sie die untersten beiden Wellkartonringe, versuchten über den Leim zu kommen und blieben kleben. Die ausgewachsenen Raupen blieben in den Kartonringen und machten den Kokon. Jene Raupen, die von den Ästen herunterkletterten, wurden von den obern Fanggürteln abgefangen. Der unmittelbar darunter angebrachte Klebring verhinderte eine Vermischung mit den vom Boden herkommenden Raupen.

Wenn die ausgewachsenen Larven nach dem Verlassen der Fruchtbecher einen geeigneten Unterschlupf finden, wandern sie nicht weit stammabwärts. Dies zeigte die große Raupenzahl in den obersten Wellkartonfanggürteln in der Baumkrone.

Der Bezug der Winterquartiere durch die ausgewachsenen Raupen konnte durch periodische Kontrollen der Fanggürtel zeitlich gut festgestellt werden. Die ersten Raupen fanden wir Ende Juli, den größten Teil in der zweiten August-Hälfte und die letzten anfangs November.

Um festzustellen, ob und in welchem Maße die Diapause temperaturabhängig sei, haben wir ausgewachsene Raupen von *P. juliana* im Stufenthermostat bei verschiedenen Temperaturen und bei einer relativen Luftfeuchtigkeit von 70—80 % geprüft.

Für den Versuch konnten Raupen von Fanggürteln aus dem Kastanienhain in Ludiano und aus Zuchten im Laboratorium verwendet werden. Die Grenzen der Diapause wurden wie folgt festgelegt:

Beginn: Herstellung des Kokons
Ende: Eintritt ins Vorpuppenstadium

Die in der Tabelle 3 aufgeführten Mittelwerte zeigen, daß die Dauer der Diapause temperaturabhängig ist. Die Raupe braucht ungefähr 26 500 Gradstunden, bis sie zur Verpuppung übergeht.

Tabelle 3

Dauer der Diapause bei Raupen von P. juliana bei verschiedenen Temperaturen

Temperatur in ° C	Wirksame Temp. in ° C	Entwicklungsdauer in Tagen	Entwicklungsdauer in Std.	Wärmesumme in Gradstunden	Mortalität in %
13,0	2,0	553 1/4	13278[1]	26 556	—
15,0	4,0	276 3/4	6642[1]	26 568	—
17,0	6,0	184 1/2	4428	26 568	10
18,8	7,8	142	3408	26 582	0
20,5	9,5	116 1/2	2796	26 562	0
22,7	11,7	94 1/2	2268	26 536	10
25,0	14,0	79	1896	26 544	15
28,5	17,5	63 1/4	1518	26 565	20

[1] errechnete Werte

Entwicklungsnullpunkt = 11° C
Wirksame Temperatur = ° C über 11° C
Gradstunden = wirks. Temp. × Entwicklungsdauer in Std.

c. Der Lebensraum der Larve

Die geschlüpften Eiraupen wandern vor, während und nach der Nahrungsaufnahme auf den Blättern umher. Sie können pro Stunde 8—10 m zurücklegen. Wenn sie nach zwei Tagen auf einen Fruchtbecher stoßen, durchgehen

sie die Hüllblättchen und Nadelreihen kreuz und quer, spinnen dazwischen oft ein Versteck und bleiben darin stundenlang regungslos. Nicht selten halten sich die Raupen auf einem Fruchtbecher auf und benagen einen andern (Abb. 16).

Abb. 16. Raupe von *P. juliana* im Versteck auf einem Fruchtbecherchen. Vergr.: 5 ×

Ab und zu streckt die Raupe an der Basis eines Kothügels den Kopf heraus oder tritt zu einer kurzen Wanderung aus dem Fruchtbecher. Der drei- bis sechsmalige Wechsel der Fruchtbecher während der Entwicklungszeit der Raupe steht wahrscheinlich im Zusammenhang mit der stofflichen Veränderung der Früchte durch den Fraßschaden und der Nahrungserschöpfung. Falls eine Raupe mit der Cupula zusammen auf den Boden gefallen ist, sucht die Raupe den Stamm und wenn nötig wieder die Früchte auf. Die letzte Wanderung macht die ausgewachsene Larve vom Fruchtbecher über Zweige und Äste bis zum Überwinterungsort am Stamm.

d. Die Schadwirkung der Larve

Die meisten Raupen fressen während die Fruchtknoten in den Fruchtbechern wachsen. Nur ein geringer Teil der Larven lebt noch in erntereifen Früchten (Abb. 17).

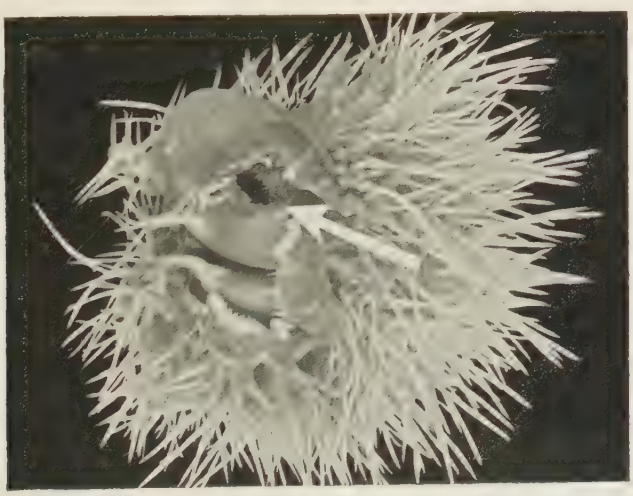


Abb. 17. Typischer Fraßschaden einer Raupe von *P. juliana* an erntereifer Frucht

Abb. 18. Ein von *P. juliana* (L_1) befallenes Fruchtbecherchen. Vergr.: 6

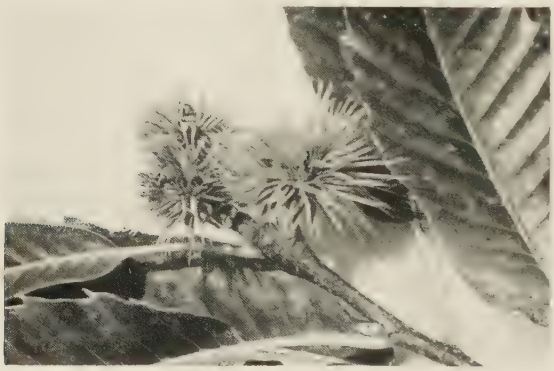


Abb. 19. Drei Fruchtbecherchen, wovon das mittlere befallen war, dürr ist und bald abfallen wird. Die junge L-3-Raupe hat den Fruchtbecher gewechselt. Nat. Gr.

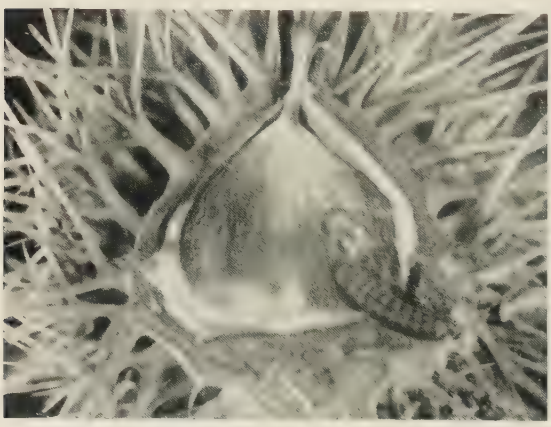


Abb. 20. Eine L-4-Raupe von *P. juliana* ernährt sich von kleinen Kastanien. Vergr.: 2 ×. Foto: Prof. P. Bovey

Die Raupen, die sich anfänglich von den Blütenhüllen (Abb. 18, 19) und später von den Fruchtknoten ernähren (Abb. 20), unterbinden dadurch die Nahrungszufuhr zu den Früchten. Diese verdorren allmählich und fallen ab. Je nach Sorte und Lage ist der Boden im Juli/August dicht übersät von ausgehöhlten Fruchtbecherchen (Abb. 21).

Zweige, die sechs bis acht Fruchtbecher tragen und diese hinreichend mit Nahrung versorgen können, werden durch den Raupenfaß um die Hälfte ihres Fruchtansatzes geschädigt. Die Schadwirkung äußert sich also während der Vorreifezeit durch das Zugrunderichten von unreifen Früchtchen.

Die italienischen Forscher Russo (1947) und Mirigliano (1943) übersahen die Schadwirkung der *P. juliana*, weil sie nur mit Insektenmaterial aus reifen, geernteten Kastanien arbeiteten. Die Art

kommt wahrscheinlich auch in Italien schädlich vor, weil SILVESTRI (1943) in seinem „Compendio di entomologia applicata" in Fig. 548 typische Schäden von *P. juliana* fälschlich als solche von *L. splendana* darstellt. Ebenfalls scheinen die in Fig. 546 abgebildeten Raupen von *L. splendana* dem Habitus nach *P. juliana*-Raupen zu sein.

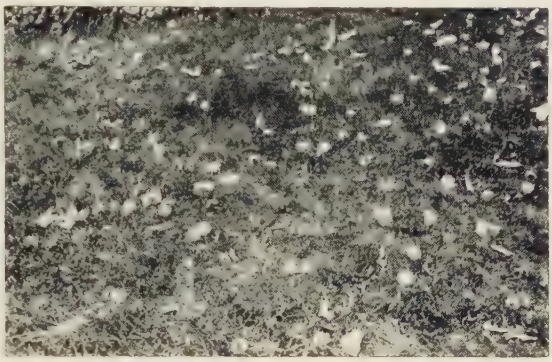


Abb. 21. Ausgehöhlte Fruchtbecher am Boden

D. Die Puppe

Durch ein kurzes Vorpuppenstadium wird die Verpuppung eingeleitet. Sie geht im Kokon vor sich. Wird eine verpuppungsreife Raupe aus dem Raupengespinst genommen, so stirbt sie und verpilzt.

Ab und zu dreht die Puppe das Abdomenende im Kreis herum. Kurz vor dem Schlüpfen zwängt sich die Puppe bis zu den letzten Hinterleibssegmenten mit Hilfe der abdominalen Dörnchenreihen (Abb. 22) durch einen leicht lösbaren Deckel aus dem Kokon.

Es besteht keine Regel, wonach die Kopfpartie der Puppe im Kokon nach unten oder oben gerichtet ist.

Peristaltische Bewegungen der Körpermuskulatur ermöglichen dem Falter das Sprengen der Puppenkutikula. Nach dem Schlüpfen des Kleinschmetterlings entleert dieser den Inhalt des Enddarms und entfaltet die Flügel.

Abb. 22. Puppe von *P. juliana*. Vergr.: 6,5 ×

Die Dauer der Puppenruhe ist je nach Temperatur verschieden. Dies zeigen die Mittelwerte in Tabelle 4.

Der Entwicklungsnullpunkt liegt bei 9,0° C. Er ist 2° C tiefer als derjenige der Raupen. Vom Zeitpunkt der Verpuppung bis zum Schlüpfen der Imago sind ca. 5300 Gradstunden erforderlich. Bei den Temperaturen von 28,5 und 32° C ist die Vertrocknungsgefahr groß.

E. Übersicht über die Entwicklungsdauer von P. juliana

Die Entwicklungsdauer vom Ei bis zur Imago bei verschiedenen Temperaturen ist in der Tabelle 5 zusammengestellt. Die Zahlen wurden den vorhergehenden Abschnitten entnommen und zu ganzen Tagen auf- oder ab-

Tabelle 4

Dauer der Puppenruhe von P. juliana bei verschiedenen Temperaturen

Temperatur in ° C	Wirksame Temp. in ° C	Entwicklungs-dauer in Tagen	Entwicklungs-dauer in Std.	Wärmesumme in Gradstunden	Mortalität in %
11,0	2,0	112	2688	5376	0
13,0	4,0	56	1344	5376	0
15,0	6,0	37	888	5328	0
17,0	8,0	28	672	5376	0
18,8	9,8	22¾	546	5350	0
20,5	11,5	19½	468	5382	0
22,7	13,7	16¼	390	5343	0
25,0	16,0	14	336	5376	0
28,5	19,5	11½	276	5382	5

Entwicklungsnullpunkt = 9° C
Wirksame Temperatur = ° C über 9° C
Gradstunden = wirks. Temp. × Entwicklungsdauer in Std.

gerundet. In der Abbildung 23 ist die Gesamtentwicklung graphisch dargestellt. Die Werte sind der Tabelle 5 entnommen worden.

Während unserer Beobachtungen kam es vor, daß in Ausnahmefällen ausgewachsene Raupen ohne Einhalten der Diapause sich sofort nach der Herstellung des Kokons verpuppten.

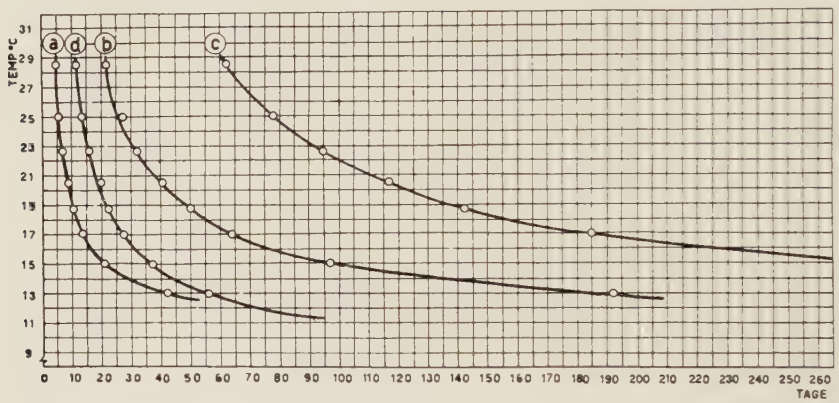


Abb. 23. Die Entwicklung der *P. juliana* bei verschiedenen Temperaturen. a = Embryonalentwicklung, b = Raupenentwicklung, c = Dauer der Diapause, d = Dauer der Puppenruhe

Wegen der Konstanz der Wärmesumme während der Embryonalentwicklung, der Fraßperiode, der Diapause und der Puppenruhe ist es begreiflich, daß der Falterflug und die damit in Beziehung stehende Eiablage oft wider die momentanen Temperaturschwankungen verläuft. Aus den späten Eiablagen gehen diejenigen Larven hervor, die in reifen Kastanien aktiv sind und welche im folgenden Jahr wieder zu den spätschlüpfenden Faltern gehören. Analog verhält es sich mit den ersten Eiablagen und der entsprechenden Weiterentwicklung. Die daraus entstehenden Imagines werden als erste Falter im kommenden Jahr fliegen.

In allen Entwicklungsstufen kommt es schließlich noch auf die Lokali-

Tabelle 5

Übersicht über die Entwicklungsdauer der P. juliana bei verschiedenen Temperaturen

Temperatur °C	Embryonal-entwicklung Tage	Fraßperiode Tage	Diapause Tage	Puppenruhe Tage	Gesamt-entwicklung Tage
13,0	42	193	553	56	844
15,0	21	97	277	37	432
17,0	14	64	185	28	291
18,8	11	50	142	23	226
20,5	9	41	117	20	187
22,7	7	33	95	16	151
25,0	6	28	79	14	127
28,5	5	22	63	12	102

sation der Eier, Larven und Puppen an. In den der Sonne zugewendeten Baumpartien ist die Entwicklung wegen der höhern wirksamen Temperatur rascher, während dies im Bereiche beschatteter Baumpartien nicht der Fall ist.

V. Wirtschaftliche Bedeutung und Bekämpfung von P. juliana

A. Wirtschaftliche Bedeutung

Die wirtschaftliche Bedeutung wurde bis zu den Untersuchungen von MARTIGNONI (1952) übersehen. Seine Feststellungen regten uns an, den Schaden zahlenmäßig zu erfassen.

a. Stichprobenmethode

Von den 700 000 Kastanienbäumen des Kantons Tessin war es nur möglich eine ganz geringe Anzahl zur Beobachtung herauszugreifen. Als Untersuchungsmaterial dienten die auf den Boden gefallenen Fruchtbecher und Kastanien.

Zuerst mußte die Größe der Probeentnahmefläche pro Baum, eventuelle Befallsunterschiede innerhalb eines Baumes und solche von Baum zu Baum der gleichen Station festgestellt werden. Ferner war aufzuklären, ob die Befallsunterschiede von Station zu Station groß sind, ob weniger Bäume pro Station und dafür mehr Untersuchungsorte oder mehr Bäume pro Station und weniger Untersuchungsorte nötig werden. Wir fanden nach zweijährigen Versuchen, daß ein zufällig herausgegriffener Baum, ein Quadratmeter irgendwo unter der Baumkrone und viele Beobachtungspunkte zweckdienlicher seien. Dementsprechend konnte die Anzahl der Stationen unter gleichem Arbeitsaufwand von 7 auf 116 erweitert werden.

In 7 Stationen des Jahres 1953 und 9 Beobachtungsorten der Jahre 1954 und 1955 sammelten wir alle 10 Tage — vom Vegetationsbeginn bis und mit der letzten Kastanienernte — die auf eine bezeichnete Kreisfläche gefallenen Fruchtbecher und Kastanien, öffneten und untersuchten sie. In 107 weitern Stationen wurde nur einmal am Ende der Saison eine Probe ent-

nommen, wobei es möglich war, alle gefallenen Fruchtbecher und Früchte gleichzeitig zu erfassen.

Die zu früh abgefallenen Fruchtbecher (Fallkastanien) mußten mit den ausgereiften Kastanien in Beziehung gebracht werden. Sie wurden für die Berechnungen als je zwei Früchte betrachtet. Die gleiche Umrechnung galt auch für die von den Raupen der *P. juliana* zerstörten Kastanien-Igel.

b. Befallsdaten der Beobachtungsstationen mit permanenter Probeentnahme

Die Tabelle 6 zeigt die Befallsdaten der für den Tessin schädlich wirkenden Kastanieninsekten während der Jahre 1953—1955. Alle Zahlen sind auf Anzahl Früchte pro 1 m² umgerechnet, da 1953 10 m², 1954 3 m² und 1955 1 m² pro Baum als Stichprobeneinheit dienten. Nicht alle Orte von 1953 entsprechen denen der beiden andern Jahre, da 1954 wegen Baumschlag und Terrainverhältnissen eine Änderung nötig war.

Tabelle 6

Befallsdaten der Beobachtungsstationen mit permanenter Probeentnahme 1953–1955

Gemeinde	Total gesammelte Kastanien		Eßbare Kastanien		Fall-Kastanien		Total befallene Kastanien		Befallene Kastanien von: *P. juliana*		*L. splendana*		*B. elephas*	
	abs.	%	abs.	%	abs.	%	abs.	%	abs.	%	abs.	%	abs.	%
1953														
Ludiano	40	100	23	58	6	14	11	28	7	18	3	8	1	2
Rovana	47	100	16	33	26	55	5	12	0	0	4	9	1	3
Robasacco	132	100	51	38	54	41	27	21	10	8	11	8	6	5
Davesco	56	100	28	50	4	7	24	43	5	10	13	22	6	11
Aranno	73	100	40	55	8	11	25	34	10	13	8	11	7	10
Vernate	70	100	44	63	3	4	23	33	8	11	9	13	6	9
Caneggio	45	100	30	67	1	3	14	30	2	4	7	15	5	11
1954														
Ludiano	51	100	25	49	6	12	20	39	13	26	6	12	1	1
Personico	36	100	10	28	9	25	17	47	0	0	14	38	3	9
Osogna	19	100	7	34	3	18	9	48	1	7	6	30	2	11
Moghegno	42	100	12	28	26	60	4	12	0	1	2	6	2	5
Golino	50	100	17	34	26	53	7	13	0	0	5	10	2	3
Camorino	21	100	3	14	10	45	8	41	1	5	5	27	2	9
Davesco	31	100	8	24	2	6	21	70	10	34	10	31	1	5
Vernate	58	100	11	20	14	24	33	56	22	38	9	15	2	3
Caneggio	22	100	9	40	0	1	13	59	5	24	6	26	2	9
1955														
Ludiano	169	100	47	28	21	12	101	60	49	30	48	28	4	2
Personico	73	100	16	22	15	21	42	57	0	0	31	42	11	15
Osogna	91	100	25	28	19	21	47	51	0	0	24	27	23	24
Moghegno	167	100	51	30	70	42	46	28	0	0	40	24	6	4
Golino	88	100	27	31	22	25	39	44	0	0	27	31	12	13
Camorino	98	100	39	39	11	12	48	49	2	2	30	30	16	17
Davesco	113	100	39	35	10	9	64	56	20	17	32	29	12	10
Vernate	127	100	37	29	21	17	69	54	19	15	37	29	13	10
Caneggio	123	100	60	49	7	6	56	45	20	16	25	20	11	9

Die Zahlen dürfen nicht zu tiefgreifenden Schlüssen verleiten, weil die Dauer der Untersuchungen nur drei Jahre ist und die Untersuchungsbasis klein gehalten werden mußte.

In bezug auf die *P. juliana* sagen die Daten aus, daß der Schaden in Ludiano, der Ortschaft im Bleniotal und in den südlich des Monte Ceneri

Abb. 24. Geographische Verteilung der *P. juliana* im Tessin 1955

gelegenen Beobachtungsstationen Davesco, Aranno, Vernate und Caneggio bemerkenswert ist. Die Beobachtungszentren der Leventina, der Riviera, des Maggiatales, der Bezirke Locarno und Bellinzona weisen keine oder nur unbedeutende Schäden auf. In den von *P. juliana* bevorzugten Lagen kann sie oft ebenso schädlich auftreten wie der meist verbreitete Kastanienfeind *L. splendana*, der überall im Tessin schädlich auftritt. Würde man die abgestoßenen Fruchtbecher bei der Berechnung außer acht lassen, so wäre eine wesentliche Vergrößerung der Befallsziffern zu verzeichnen.

c. Geographische Verteilung von P. juliana im Tessin 1955

In der Tabelle 7 sind die Sammelergebnisse in den 116 Gemeinden mit mehr als 2000 Kastanienbäumen aufgeführt und in der Abbildung 24 für die *P. juliana* dargestellt. Sie ist demnach im Sottoceneri fast überall zu finden. Sporadisch tritt sie auch in sonnigen Lagen der Bezirke Locarno, Bellinzona, Riviera und im Bleniotal auf. Im letzteren ist der Raum von Ludiano-Semione stark von ihr besetzt.

Tabelle 7

Zusammenstellung der Ergebnisse der Kastanienproben von 1955

Gemeinde	Total gesammelte Kastanien		Eßbare Kastanien		Fall-Kastanien		Total befallene Kastanien		Befallene Kastanien von: *P. juliana*		*L. splendana*		*B. elephas*	
	abs.	%	abs.	%	abs.	%	abs.	%	abs.	%	abs.	%	abs.	%
Bezirk Leventina														
Chironico	82	100	66	80	7	9	9	11	0	0	3	4	6	7
Giornico	75	100	3	4	7	10	65	86	0	0	58	76	7	10
Bodio	91	100	37	41	10	11	44	48	0	0	37	41	7	7
Personico	73	100	16	22	15	21	42	57	0	0	31	42	11	15
Pollegio	69	100	16	24	6	8	47	68	0	0	26	37	21	31
Bezirk Blenio														
Aquila	126	100	83	66	6	5	37	29	0	0	32	25	5	4
Corzoneso	94	100	53	56	9	10	32	34	2	2	26	28	4	4
Dongio	83	100	46	56	9	11	28	33	0	0	26	31	2	2
Ludiano	168	100	47	28	20	12	101	60	51	30	47	28	3	2
Semione	148	100	28	19	16	11	104	70	31	21	51	34	22	15
Malvaglia	132	100	63	48	16	12	53	40	0	0	53	40	0	0
Bezirk Riviera														
Biasca	56	100	6	10	10	18	40	72	1	2	30	54	9	16
Iragna	53	100	19	35	4	8	30	57	0	0	21	40	9	17
Osogna	91	100	25	28	19	21	47	51	0	0	24	27	23	24
Lodrino	71	100	13	18	6	8	52	74	0	0	30	43	22	31
Cresciano	82	100	21	26	9	11	52	63	6	7	30	36	16	20
Claro	63	100	11	17	8	13	44	70	0	0	23	37	21	33
Bezirk Bellinzona														
Moleno	87	100	21	24	12	14	54	62	0	0	50	57	4	5
Preonzo	79	100	22	28	6	7	51	65	2	2	44	56	5	7
Gnosca	85	100	16	19	6	7	63	74	2	2	45	53	16	19
Lumino	98	100	44	45	6	6	48	49	3	3	34	35	11	11
Gorduno	153	100	37	24	3	2	113	74	0	0	38	25	75	49

Fortsetzung von Tabelle 7

Gemeinde	Total gesammelte Kastanien		Eßbare Kastanien		Fall-Kastanien		Total befallene Kastanien		Befallene Kastanien von: *P. juliana*		*L. splendana*		*B. elephas*	
	abs.	%	abs.	%	abs.	%	abs.	%	abs.	%	abs.	%	abs.	%
Bezirk Bellinzona														
Arbedo	82	100	30	36	3	4	49	60	0	0	22	27	27	33
M. Carasso	78	100	8	10	6	8	64	82	2	2	52	67	10	13
S. Antonio	93	100	60	65	6	6	27	29	0	0	15	16	12	13
Camorino	98	100	39	39	11	12	48	49	2	2	30	30	16	17
S. Antonino	76	100	2	3	6	7	68	90	0	0	29	38	39	52
Cadenazzo	89	100	9	10	11	13	69	77	0	0	51	57	18	20
Isone	92	100	75	81	8	9	9	10	0	0	9	10	0	0
Medeglia	100	100	43	43	12	12	45	45	2	2	43	43	0	0
Bezirk Locarno														
Vocorno	49	100	10	20	0	0	39	80	0	0	18	37	21	43
Loco	56	100	21	37	6	11	29	52	0	0	13	23	16	29
Tegna	62	100	14	22	7	11	41	67	1	2	28	45	12	20
Cavigliano	51	100	9	18	7	14	35	68	0	0	28	54	7	14
Intragna	69	100	9	13	16	23	44	64	0	0	24	35	20	29
Golino	88	100	27	31	22	25	39	44	0	0	27	31	12	13
Cugnasco	52	100	10	19	4	8	38	73	1	2	27	52	10	19
Losone	70	100	25	36	10	14	35	50	0	0	14	20	21	30
Borgnone	62	100	36	58	12	19	14	23	0	0	10	16	4	7
Palagnedra	73	100	29	40	20	27	24	33	0	0	10	14	14	19
Magadino	52	100	23	44	0	0	29	56	2	4	23	44	4	8
Brissago	64	100	22	35	8	12	34	53	3	5	24	37	7	11
Bezirk Maggia														
Peccia	110	100	70	64	30	27	10	9	0	0	9	8	1	1
Prato	85	100	64	75	12	14	9	11	0	0	9	11	0	0
Broglio	93	100	73	79	7	7	13	14	0	0	13	14	0	0
Menzonio	78	100	49	63	0	0	29	37	0	0	24	31	5	6
Cavergno	87	100	33	38	6	7	48	55	0	0	40	46	8	9
Cevio	79	100	13	17	6	7	60	76	0	0	57	72	3	4
Linescio	100	100	35	35	18	18	47	47	0	0	41	41	6	6
Someo	87	100	42	48	6	7	39	45	0	0	34	39	5	6
Giumaglio	79	100	51	64	3	4	25	32	0	0	13	17	12	15
Coglio	134	100	83	62	5	4	46	34	0	0	34	25	12	9
Lodano	97	100	9	9	11	11	77	80	0	0	48	50	29	30
Maggia	138	100	75	54	4	3	59	43	0	0	56	41	3	2
Moghegno	167	100	51	30	70	42	46	28	0	0	40	24	6	4
Aurigeno	87	100	37	42	3	4	47	54	0	0	45	52	2	2
Gordevio	92	100	33	36	6	6	53	58	3	3	41	45	9	10
Avegno	83	100	50	60	9	11	24	29	0	0	17	20	7	9
Bezirk Lugano														
Riviera	84	100	32	39	2	2	50	59	4	5	17	20	29	34
Bironico	92	100	22	24	13	14	57	62	0	0	49	53	8	9
Camignolo	81	100	17	21	9	11	55	68	0	0	37	46	18	22
Vira	79	100	34	43	9	11	36	46	5	6	24	31	7	9
Sigirino	82	100	28	34	9	11	45	55	2	2	33	40	10	13
Colla	87	100	65	75	6	7	16	18	3	4	11	12	2	2
Scareglia	68	100	52	76	6	9	10	15	0	0	9	13	1	2
Insone	109	100	65	60	12	11	32	29	0	0	28	25	4	4
Corticiasca	121	100	90	74	6	5	25	21	0	0	19	16	6	5
Bidogno	101	100	58	57	12	12	31	31	2	2	17	17	12	12

Fortsetzung von Tabelle 7

Gemeinde	Total gesammelte Kastanien		Eßbare Kastanien		Fall-Kastanien		Total befallene Kastanien		Befallene Kastanien von: *P. juliana*		*L. splendana*		*B. elephas*	
	abs.	%	abs.	%	abs.	%	abs.	%	abs.	%	abs.	%	abs.	%
Bezirk Lugano														
Lopagno	114	100	57	50	7	6	50	44	15	13	28	25	7	6
Caciallo	98	100	27	27	3	3	68	70	33	34	26	27	9	9
Sala	82	100	16	19	0	0	66	81	3	4	51	62	12	15
Capriasca	91	100	47	52	3	3	41	45	0	0	30	33	11	12
Campestro	98	100	25	25	0	0	73	75	19	19	35	37	19	19
Torricella	81	100	42	52	0	0	39	48	0	0	24	30	15	18
Lugaggia	87	100	37	43	10	11	40	46	4	4	19	22	17	20
Vaglio	104	100	25	24	5	5	74	71	28	27	35	34	11	10
Sonvico	98	100	30	31	0	0	68	69	21	21	36	37	11	11
Origlio	111	100	57	51	0	0	54	49	9	8	34	31	11	10
Bedano	79	100	15	20	12	15	52	65	6	8	23	29	23	29
Cadro	92	100	43	47	3	3	46	50	12	13	16	17	18	20
Comano	89	100	42	47	6	7	41	46	15	17	20	22	6	7
Davesco	113	100	39	35	10	9	64	56	20	17	32	29	12	10
Porza	96	100	32	34	9	9	55	57	15	16	35	36	5	5
Vezia	82	100	7	9	3	4	71	87	17	21	27	33	27	33
Breganzona	85	100	24	28	6	7	55	65	16	19	21	25	18	21
Montagnola	93	100	20	21	6	6	67	73	9	10	25	27	33	36
Agra	94	100	24	26	10	11	60	63	4	4	34	36	22	23
Barbengo	81	100	31	39	6	7	44	54	7	9	32	39	5	6
Carona	75	100	7	10	0	0	68	90	3	4	59	78	6	8
(Malcantone)														
Mugena	99	100	59	60	9	9	31	31	21	21	9	9	1	1
Arosio	90	100	36	40	6	7	48	53	11	12	30	33	7	8
Vezio	85	100	28	33	12	14	45	53	19	23	24	28	2	2
Fesgoggia	78	100	48	62	6	8	23	30	3	4	19	24	1	2
Breno	89	100	44	49	5	6	40	45	7	8	20	22	13	15
Bosco	92	100	29	31	6	6	57	63	7	8	40	44	10	11
Cademario	91	100	26	29	12	13	53	58	2	2	49	54	2	2
Miglieglia	79	100	25	32	6	7	48	61	3	4	30	38	15	19
Aranno	94	100	24	25	12	13	58	62	7	8	45	48	6	6
Novaggio	82	100	18	22	3	4	61	74	30	36	27	33	4	5
Astano	74	100	52	70	0	0	22	30	3	4	15	20	4	6
Bedigliora	112	100	32	28	3	3	77	69	50	45	17	15	10	9
Curio	76	100	30	39	6	8	40	53	5	6	20	27	15	20
Iseo	108	100	31	29	9	8	68	63	23	21	42	39	3	3
Sessa	79	100	36	45	0	0	43	55	3	4	33	42	7	9
Vernate	127	100	37	29	21	17	69	54	19	15	37	29	13	10
Cimo	88	100	26	29	6	7	56	64	15	17	28	32	13	15
Groglio	100	100	9	9	21	21	70	70	10	10	33	33	27	27
Bezirk Mendrisio														
Muggio	90	100	35	39	18	20	37	41	9	10	22	24	6	7
Cabbio	83	100	59	71	6	7	18	22	5	6	13	16	0	0
Bruzella	94	100	52	55	13	14	29	31	12	13	15	16	2	2
Monte	73	100	39	53	0	0	34	47	1	2	21	29	12	16
Caneggio	123	100	60	49	7	6	56	45	20	16	25	20	11	9
Morbio Sup.	87	100	27	31	6	7	54	62	9	10	27	32	18	20
Sagno	84	100	39	46	3	4	42	50	13	16	17	20	12	14
Stabio	96	100	54	56	0	0	42	44	8	9	23	24	11	11
Novazzano	82	100	30	36	9	11	43	53	7	9	34	42	2	2

d. Wirtschaftliche Bedeutung von P. juliana für den Kanton Tessin

Martignoni (1952) fand bei einmaligen Proben Befallsdaten bei *P. juliana* von 61—85%. Unsere Resultate, die sich auf die Gesamtheit der Produktion beziehen, geben nicht so hohe Ziffern. Die wirtschaftliche Bedeutung des frühen Kastanienwicklers ist aber trotzdem nicht zu unterschätzen. Dies gilt vor allem für den Sottoceneri und das Bleniotal. In allen Gebieten, wo der Schaden 10% und mehr beträgt, sollte bei einer allgemeinen Bekämpfung der Kastanieninsekten die *P. juliana* einbezogen werden. Der heutige Tessiner Kastanienbau spielt bei der Bevölkerung keine große Rolle mehr, weshalb die wirtschaftliche Bedeutung der Kastanienwickler gering ist. Sie wird allerdings in kriegsbedingten Zeiten, wenn der Import nachläßt, erheblich zunehmen. Ebenso steigt die wirtschaftliche Bedeutung, wenn nach dem Durchgreifen der *Endothia parasitica* (Murr.) And. (Kastanienrindenkrebs) die Kastanienhaine neu angelegt und in Plantagen umgestellt werden müssen. Auch bei einer Umstellung von kleinfrüchtigen Sorten auf großfrüchtige Varietäten, die weniger Früchte pro Baum tragen, wird es nötig sein, die *P. juliana* zu bekämpfen.

B. Bekämpfung

a. Mechanische Bekämpfungsmöglichkeiten

Wie die Untersuchungen zeigten, ist es bei Bäumen mit glatter Rinde möglich, den weitaus größten Teil der Raupen mit Wellkartonfanggürteln zu sammeln. Von Mitte November bis Anfang Mai sind diese abzunehmen und zu verbrennen. In Einzelfällen können auch rissige, mit Moos bewachsene Stämme mit Baumbürsten und -kratzern behandelt werden. Bei dieser Tätigkeit werden die Winterkokons mit den Raupen zerstört. Der Arbeitsaufwand ist aber sehr groß. Das Einsammeln und Verbrennen der Fruchtbecher während der Vorreifezeit lohnt sich für *P. juliana* nicht, weil nur ein ganz geringer Teil der Raupen dadurch vernichtet werden könnte.

b. Chemische Bekämpfung

Aus den biologischen Studien und den im Tessin bestehenden Verhältnissen ist zu schließen, daß eine wirksame chemische Bekämpfung theoretisch möglich, infolge der hohen Bäume und des unwegsamen Geländes jedoch schwer durchführbar wäre.

Eine solche Bekämpfung käme heute nur für Gegenden in Betracht, in welchen *P. juliana* in geschlossenen Beständen und an Bäumen mit wertvollen Kastaniensorten schädlich auftritt.

Als Bekämpfungsmittel wären diejenigen zu empfehlen, welche gegen die Obstmade allgemein verwendet werden: DDT-, Diazinon- und Malathionpräparate.

Durch das Verhalten der Junglarven, die nicht direkt die Fruchtbecher befallen, sondern zuerst an Blättern oder am Fruchtfuß fressen, wird die Bekämpfung erleichtert.

Nach den biologischen Daten zu schließen, wäre Ende Juni bis Anfang Juli zu spritzen. Freilandversuche sollen noch durchgeführt werden.

Als Spritzgeräte kommen bei den heutigen Kastanienbaumbeständen nur Hochdruckspritzen, Nebelblaser und Flugzeuge in Frage.

Da die Raupen am Stamm überwintern, haben wir Kastanienborke vor der Herstellung der Winterkokons mit Octamul (Chlordanpräparat) 0,1 % und mit Hexamul (Hexachlorcyclohexanpräparat) 0,15 % behandelt. Die Wirksamkeit wurde wie folgt berechnet:

$$\text{Wirksamkeit } (\%) = W = \frac{100\,(b-k)}{100-k}$$

b = Prozentsatz abgetöteter Tiere in der behandelten Versuchsreihe
k = Prozentsatz abgetöteter Tiere in der unbehandelten Versuchsreihe.

Beim aufgeführten Versuch wirkte Oktamul nicht. Die Wirksamkeit von Hexamul war 37,5 %. Bei diesem Versuch konnte beobachtet werden, daß die Raupen zur Herstellung der Kokons bei der in Octamul gebadeten Borke keine Holzteilchen verwendeten, während sie bei den Nullproben und beim Hexa solche abnagten und zum Einspinnen gebrauchten.

Bei einem andern Versuch wurden nur Kartonfanggürtel mit Octamul oder mit Hexamul behandelt. Hexamul wirkte nicht. Octamul hatte eine Wirksamkeit von 10,5 %.

Den beiden Versuchen ist zu entnehmen, daß stark rissige Baumstämme, bei denen Fanggürtel keinen großen Erfolg versprechen, mit Hexapräparaten behandelt werden können. Die Bespritzung ist von Mitte bis Ende August vorzunehmen, der Zeitpunkt da der größte Teil der Raupen zur Überwinterung auf den Stamm gelangt.

Das Imprägnieren der Fanggürtel lohnt sich nach den gemachten Erfahrungen nicht.

c. Mikrobiologische Bekämpfung

Das Bakteriologische Institut hat uns in dankenswerter Weise eine Suspension des *Bacillus thuringiensis* Berliner zur Verfügung gestellt. In dieser Suspension benetzten wir Kastanienblätter und ließen sie an der Luft trocknen. Auf diese Blätter gaben wir frisch geschlüpfte Raupen von *P. juliana*. Schon nach vier Tagen waren außer in den Nullproben alle Räupchen gestorben. Die Wirksamkeit war 100 %. Um dieses Ergebnis auf die Praxis übertragen zu können, müßten zuerst die Dauer der insektenpathogenen Wirkung auf bestrahlten und beschatteten Blättern und geeignete Nährsubstrate, die der Suspension beizugeben sind, ausprobiert werden. Ferner wären eventuelle Nebenwirkungen genau zu studieren.

d. Natürliche Vermehrungsbeschränkungen durch Feinde und Parasiten

Die Raupen der *P. juliana* sind während der Fraßperiode längere Zeit ihren Feinden ausgesetzt. Es sind hauptsächlich Vögel und Insektenparasiten.

Leider sind im Tessin die Vögel sehr selten. Ab und zu kann man ausgepickte Bohrlöcher in den Fruchtbechern und zerstörte Kokons an den Kastanienbäumen beobachten.

Wirksamer als die Vögel sind die Raupenfliegen (Tachinen) und Schlupfwespen.

Martignoni (1952) fand in den Raupen die Tachine *Pseudoperichaeta (Zenillia) insidiosa* Rob., Desv. Dazu kommt neu *Elpe (Craspedothrix) veniseta* Stein, eine sehr seltene Art, die uns Herr L. P. Mesnil, Feldmeilen, bestimmt hat.

Als Schlupfwespen, die uns Herr Dr. Ch. Ferrière, Genf, bestimmte, fanden wir die Ichneumoniden *Hemiteles inimicus* Grav., *Hemiteles pictipes*

Grav., *Hemiteles areator* Panz., *Lissonota buolianae* Hart., *Trichomma enecator* Rossi, *Idechthis canescens* Grav. und *Campoplex* sp., ferner die Braconiden *Eubadizon extensor* L. und *Bracon* sp.

Als einzigen Chalcidier fanden wir *Elasmus* sp., den uns Herr Dr. V. Delucchi, Mendrisio, bestimmte.

Den Herren L. P. Mesnil, Dr. Ch. Ferrière und Dr. V. Delucchi danken wir bestens für die Bestimmungsarbeit.

Die beiden Tachinen *P. insidiosa* und *E. veniseta* wurden nur im Kastanienhain von Davesco gefunden. Die Imagines schlüpfen Mitte Juni, zu Beginn des Hauptfluges der *P. juliana.*

Die Ichneumoniden *H. inimicus, H. pictipes, H. areator, L. buolianae, I. canescens* und *Campoplex* sp. entwickeln sich während der ersten Zeit der Diapause des Wirtes zur Larve und überwintern als solche. Die Imagines schlüpfen Ende Mai bis anfangs Juni, gewöhnlich dann, wenn die ersten Falter der *P. juliana* fliegen. *T. enecator* macht eine Ausnahme, weil die Imago aus der Puppenkutikula des Wirtes herauskommt. Es ist deshalb anzunehmen, daß die Larvenentwicklung erst während der Puppenruhe des Wirtes abgeschlossen werden kann.

Die Braconide *E. extensor* überwintert als Larve im Kokon des Wirtes und die Imago schlüpft anfangs Juni mit den ersten Faltern von *P. juliana.* Die Larve der *Bracon* sp. entwickelt sich im Gegensatz zu den genannten Parasiten schon während der Fraßperiode des Wirtes. Sie überwintert als Larve in ihrem Kokon im Bohrloch eines Fruchtbechers und die Imago schlüpft anfangs Mai.

Die Larve des Chalcidiers *Elasmus* sp. wurde Mitte August, also während der Fraßperiode an der Raupe der *P. juliana* festgestellt. Die Imago schlüpfte schon Ende August.

Anhand von Fanggürtelkontrollen konnten folgende Parasiten als die häufigsten bezeichnet werden: *H. inimicus, H. areator, L. buolianae* und *T. enecator.*

Die Parasitierung scheint von Baum zu Baum und von Ortschaft zu Ortschaft verschieden groß zu sein, worüber die Tabelle 8 Aufschluß gibt. Der

Tabelle 8

Parasitierung von P. juliana 1954 und 1955

Ortschaft	Raupen total		Nicht parasitierte Raupen		Parasitierte Raupen	
	abs.	%	abs.	%	abs.	%
Ludiano, Baum C	93	100	58	62	35	38
Ludiano, Baum H	51	100	43	84	8	16
Ludiano, Baum 20	23	100	18	78	5	22
Ludiano, Baum 85	32	100	28	87	4	13
Ludiano, Baum 97	20	100	9	45	11	55
Vernate, Baum 12	16	100	13	81	3	19
Trevano, Baum 2	26	100	20	78	6	22
Davesco, Baum 160	9	100	7	78	2	22
Davesco, Baum 158	11	100	10	91	1	9
Davesco, Baum 157	15	100	12	80	3	20
Caneggio, Baum B	64	100	45	70	19	30
Gesamttotal	360	100	263	83	97	27

angegebene Parasitierungsgrad entspricht nach Miller (1955) dem „Apparent Parasitism" der Überwinterungspopulation von *P. juliana*.

VI. Gegenüberstellung der wichtigsten Unterschiede der Kastanienschädlinge des Kantons Tessin

Die drei Arten der Kastanienfruchtschädlinge im Tessin, speziell deren Larven, sind einfach zu unterscheiden. In der nachstehenden Tabelle 9 sind die wichtigsten morphologischen und biologischen Unterschiede der drei Arten zusammengestellt, welche besonders dem praktischen Kastanienbauer als Unterscheidungsmerkmale dienen sollen.

Tabelle 9

Gegenüberstellung der Kastanienschädlinge im Tessin

	P. juliana	L. splendana	B. elephas
A. Imago:	Kleinschmetterling	Kleinschmetterling	Rüsselkäfer
Bezeichnung	früher Kastanienwickler	gewöhnlicher Kastanienwickler	Kastanienbohrer
Farbe	Flügelwurzelfeld blaugrau	Flügelwurzelfeld schwarz o. graubraun	Flügeldecken bräunl. mit grauen Punkten, rotbrauner Rüssel
Flugzeit	Juni/Juli	August/September	September/Oktober
Eiablage	auf Kastanienblätter	auf Kastanienblätter	in Kastanienfrüchte
B. Larven:	6 Brustfüße, 8 Bauchfüße, 2 Nachschieber	6 Brustfüße, 8 Bauchfüße, 2 Nachschieber	kräftig ausgebildeter Kopf, Larven ohne Füße
Farbe	rötlichgelb m. großen braun. Borstenplatten	gelblichweiß m. kleinen braun. Borstenpl.	elfenbeinfarbig ohne Borstenplatten
Wirkungsraum	in Fruchtbechern, selten in Kastanien	in Kastanien	in Kastanien
Kot	Kothügel an Fruchtbechern	Kotpartikel im Innern der Frucht	mehliger Kot im Innern der Frucht
Überwinterung	im Kokon am Stamm	im Kokon in Bodenstreue und obere Erdschicht	frei im Boden in 20 bis 50 cm Tiefe
C. Vorkommen:	sonnige Lagen, Bleniotal und Südtessin verbreitet	in allen Lagen, stark verbreitet	in allen Lagen, mehr oder weniger stark, bevorzugt Sorten mit wenig Stacheln
D. Bekämpfung:			
mechanisch	Fanggürtel, Mitte August anbringen	permanent. Sammeln der Kastanien in Behälter m. Bodenstreue und verbrennen ders. Ende Dezember	permanent. Sammeln der Kastanien in Behälter, Larven zerstoßen
chemisch	anfangs Juli gegen Junglarven	anfangs September gegen Junglarven	evtl. Ende September gegen Käfer

Cs: Knospen
Pj: Raupe im Kokon (Stamm)
Ls: Raupe im Kokon (Bodenstreue)
Be: Larve im Boden

Cs: Blätter, Primärkätzchen erscheinen
Pj: Raupe im Kokon (Stamm)
Ls: Raupe im Kokon (Bodenstreue)
Be: Larve im Boden

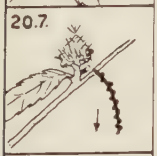
Cs: weitere Blätter und Primärkätzchen
Pj: Raupe im Kokon (Stamm)
Ls: Raupe im Kokon (Bodenstreue)
Be: Larve im Boden

Cs: Sekundärkätzchen mit weibl. Fruchtanlagen
Pj: Puppe
Ls: Raupe im Kokon (Bodenstreue)
Be: Larve im Boden

Cs: Primärkätzchen blühen, Befruchtung
Pj: Falterflug, Eiablage
Ls: Raupe im Kokon (Bodenstreue)
Be: Larve im Boden

Cs: Primärkätzchen fallen ab
Pj: Raupe im 1. Stadium
Ls: Raupe im Kokon (Bodenstreue)
Be: Larve im Boden

Cs: Sekundärkätzchen blühen
Pj: Raupe im 2. Stadium
Ls: Raupe im Kokon (Bodenstreue)
Be: Larve im Boden



Cs: Sekundärkätzchenfallen ab
Pj: Raupe im 3. Stadium
Ls: Raupe im Kokon (Bodenstreue)
Be: Larve im Boden

Cs: Kastanien im Fruchtbecher unterscheidbar
Pj: Raupe im 4. Stadium
Ls: Puppe
Be: Larve im Boden

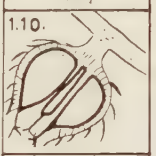
Cs: Früchte und Fruchtbecher wachsen
Pj: Raupe im 5. Stadium
Ls: Falterflug, Eiablage
Be: Larve im Boden

Cs: Früchte und Fruchtbecher wachsen
Pj: Raupe im Kokon (Stamm)
Ls: Raupe im 1. Stadium
Be: Puppe

Cs: Früchte und Fruchtbecher wachsen
Pj: Raupe im Kokon (Stamm)
Ls: Raupe im 2. Stadium
Be: Käferflug, Eiablage

Cs: Früchte und Fruchtbecher wachsen
Pj: Raupe im Kokon (Stamm)
Ls: Raupe im 3. Stadium
Be: Larve im 1. Stadium

Cs: Früchte und Fruchtbecher wachsen
Pj: Raupe im Kokon (Stamm)
Ls: Raupe im 4. Stadium
Be: Larve im 2. Stadium



Cs: Kastanien sind braun geworden
Pj: Raupe im Kokon (Stamm)
Ls: Raupe im 5. Stadium
Be: Larve im 3. Stadium

Cs: Reife Kastanien abgefallen
Pj: Raupe im Kokon (Stamm)
Ls: Raupe im Kokon (Bodenstreue)
Be: Larve im 4. Stadium

Cs: Kastanien u. Fruchtbecher an Haufen gelegt
Pj: Raupe im Kokon (Stamm)
Ls: Raupe im Kokon (Bodenstreue)
Be: Larve im 5. Stadium

Cs: Kastanien werden eingebracht
Pj: Raupe im Kokon (Stamm)
Ls: Raupe im Kokon (Bodenstreue)
Be: Larve ausgewachsen

Abb. 25. Kastanienbiologie und Entwicklung der Kastanienfruchtinsekten. Cs = Castanea sativa, Pj = P. juliana, Ls = L. splendana, Be = B. elephas

VII. Kastanienbiologie und Entwicklung der Kastanienfruchtinsekten

Nach dem jeweiligen Entwicklungszustand der Nährpflanze können im praktischen Kastanienbau Schlüsse für die biologischen Verhältnisse der Kastanienfruchtinsekten gezogen werden. Die in der Abbildung 25 aufgeführten Zeitpunkte (Tage und Monate) sind nur orientierungsmäßig aufzufassen. Der betreffende biologische Stand der Insekten kann einige Tage vor oder nach dem angegebenen Datum bestehen.

Zusammenfassung

1. Im Kanton Tessin treten *P. juliana, L. splendana* und *B. elephas* als Kastanienfruchtschädlinge auf.
2. *P. juliana* war wenig erforscht und wurde deshalb Gegenstand dieser Arbeit.
3. Es werden Morphologie, Biologie und Verbreitung behandelt.
4. Als Untersuchungsgebiet dienten 116 Beobachtungsorte, die über den ganzen Kanton Tessin verteilt waren.
5. Der Artname *juliana* wird beibehalten, aber der Autor Curtis durch Stephens ersetzt.
6. Männliche und weibliche Falter lassen sich nur durch die äußeren Geschlechtsorgane mit Sicherheit unterscheiden.
7. Die Eier sind oval, flach, mit rasterartiger Oberflächenstruktur.
8. Die Larvenstadien sind nach den Kopfkaspelbreiten unterscheidbar.
9. Die Morphologie der Raupe und Puppe wurde beschrieben.
10. Die Falter fliegen von Anfang Juni bis Ende Juli.
11. In Gefangenschaft ist die Kopulation erschwert.
12. Die Eizahl begatteter Weibchen beträgt im Mittel 180 (Max. 336).
13. Unbegattete Weibchen leben länger als begattete. Die Männchen sterben früher als die Weibchen.
14. Die Eier werden auf Blätter, seltener auf das Fruchtholz abgelegt.
15. Die Embryonalentwicklung, die Larvenentwicklung, die Winter- und Puppenruhe sind temperaturabhängig. Die benötigten Wärmesummen sind konstant.
16. Die Raupen fressen hauptsächlich in Kastanienfruchtbechern, nur selten in reifen Kastanien.
17. Die Überwinterung findet am Stamm in einem Kokon statt.
18. Die Raupen schaden, indem sie während der Vorreifezeit die kleinen Kastanien zerstören.
19. Die Verpuppung findet im Kokon statt.
20. Vom Ei bis zum Falter sind 43 000 Gradstunden oder 291 Tage bei einer mittleren Temperatur von 17 ° C erforderlich.
21. Das Ausmaß des Schadens wurde durch eine Stichprobenmethode ermittelt.
22. *P. juliana* wirkt in sonnigen Lagen des Nordtessins und vor allem im Südtessin schädlich. Der Schadanteil kann örtlich so groß sein wie derjenige von *L. splendana*.
23. Mechanische, chemische und eventuell mikrobiologische Bekämpfung ist möglich und an Orten mit mehr als 10 % Befall angezeigt.

24. In einer Gegenüberstellung werden die wichtigsten Unterschiede der drei Kastanienfruchtschädlinge des Tessins aufgeführt.
25. In einer Tabelle werden Kastanienbiologie und Entwicklung der Kastanienfruchtinsekten dargestellt.

Summary

P. juliana, L. splendana and *B. elephas* occur in the Tessin Canton as fruit pests of Spanish Chestnut. The foregoing work deals with the morphology, bionomics, distribution and economic importance of *P. juliana* in Tessin. The temperature dependence of the immature stages is shown in detail, on the basis of experimental studies supported by outdoor observations. The main damage due to larval feeding is to the calyx of the fruit prior to maturity. In the sunny parts of north Tessin and particularey in the south of the Canton, it exceeds in places that caused by *L. splendana.* In areas with more than a 10 % attack, mechanical or chemical control is indicated; possibly a biological control method is also effctive.

Literatur

Blunk, H., 1923: Die Entwicklung der Dytiscus marginalis L. vom Ei bis zur Imago. 2. Teil: Die Metamorphose. Z. wiss. Zool. **121**: 279.
Bourgogne, J., 1951: Traité de Zoologie. Masson Saint-Germain Paris **10/1**: 391.
Bovey, P., 1949: Le Carpocapse des pommes Enarmonia pomonella L. ravageur des abricots en Valais. Mitt. Schw. Ent. Ges. **22**: 151.
Eidmann, H., 1931: Morphologische und physiologische Untersuchungen am weiblichen Genitalapparat der Lepidopteren. Z. angew. Ent. **18**: 58–112.
Hall, W. J. and Bradley, J. D., 1956: Persönliche Mitteilungen des Commonwealth Institute of Entomolgy, British Museum, London.
Hegi, G., *: Illustrierte Flora von Mitteleuropa. **3**: 101–105.
Joannis de, J., 1915: Observation sur le Carpocapse des châtaignes. Bull. Soc. Ent. Fr. 271 pp.
Kaeser, H., 1932: Die Kastanienkultur und ihre Terminologie in Oberitalien und der Südschweiz. Diss. Zürich. 31 pp.
Kennel von, J., 1921: Die palaearktischen Tortriciden. 693 pp.
Martignoni, M. E., 1952: Gli insetti delle castagne nel Ticino. Interner Bericht E. T. H.
— 1954: Pammene juliana (Curtis), specie dannosa alle castagne nel Ticino. Boll. Soc. Sci. Nat. **49**: 63–70.
Merz, F., 1919: Die Edelkastanie, ihre volkswirtschaftliche Bedeutung, ihr Anbau und ihre Bewirtschaftung. Bern. 9 pp.
Miller, C. A., 1950: A technique for assessing spruce budworm larval mortality caused by parasites. Can. Jour. Zool. **33**: 5–17.
Mirigliano, G., 1943: Siehe Silvestri, F.
Obraztsov, N. S., 1956: Persönliche Mitteilung aus New York.
Peterson, A., 1951: Larvae of insects. Columbus, Ohio. **1**: 175.
Reaumur, R. A., 1736: Mémoires. 2: 505. T. 40, Fig. **16**–19.
Robinson, H. S. and Robinson, P. J. M., 1950: Some notes on the observed behaviour of Lepidoptera in flight in the vicinity of light trap designated to take entomological sampels. Ent. Gaz. **1**: 3–20.
Russo, G., 1947: Studio morfo-sistematico delle tortricidi delle castagne. An. Fa. agr. Univ. Pisa. 34 pp.
Schuetze, K., 1931: Die Biologie der Kleinschmetterlinge. E. V. Frankfurt 79 pp.
Silvestri, F., 1943: Compendio di entomologia applicata. Parte speciale. **2**: 417–420, 432 bis 433.
Spuler, A., 1910: Die Schmetterlinge Europas. **2**: 289.
Wyniger, R., 1956: Über die Wirkung von abiotischen Faktoren auf die Entwicklungsvorgänge im Apfelwicklerei. Mitt. Schw. Ent. Ges. **29**: 41–42.

REFERATE

KOCH, M.: **Wir bestimmen Schmetterlinge** (Bd. I: Tagfalter Deutschlands, unter Ausschluß der Alpengebiete; Bd. II: Bären, Spinner, Schwärmer und Bohrer Deutschlands). Bd. I 136 S., mit zahlreichen Abb. und 16 Farbtafeln, Hbl. 7,80 DM; Bd. II 172 S., mit zahlreichen Abb. und 24 Farbtafeln, Hbl. 8,80 DM. Neumann-Verlag, Radebeul 1954 und 1955.

Eine beachtenswerte, nach Inhalt und Ausstattung sehr gediegene Neuerscheinung über unsere heimischen Lepidopteren, die nicht nur dem Sammler und speziellen Liebhaber der Schmetterlinge, sondern jedem an faunistischen Fragen interessierten als Ratgeber und Bestimmungsbuch warm empfohlen werden kann. Die Gesamtbearbeitung ist auf 4 Bände geplant. Der vorliegende 1. Band umfaßt neben den allgemeinen und einleitenden Kapiteln über Bestimmungsregeln, Fang-, Zucht-, Präparations- und Sammlungstechnik die Bearbeitung der Tagfalter in übersichtlichen Tabellen. Von den rund 160 Arten unserer Fauna sind 140 in ausgezeichneten Wiedergaben nach Farbaufnahmen von SCHÖNBRODT-RÜHL dargestellt, ebenso die zugehörigen Raupen und zum Teil auch die Puppen. Band II behandelt neben den speziellen Abschnitten zur Technik der Zucht von Bären, Schwärmern und Spinnern ebenfalls in tabellarischer Form die zugehörigen Arten unserer Fauna und bringt wie auch Bd. I knappe biologisch-ökologische Hinweise über Fundort, Phänologie, Fraßpflanze usw. Auch hier sind die Falterwiedergaben der Farbtafeln mustergültig. Von wenigen selteneren und nur lokal auftretenden Formen abgesehen, berücksichtigen sie die meisten einheimischen Vertreter als Falter und Raupe. In der Systematik folgt der Verfasser dem bekannten Paläarktenwerk von Seitz, ohne (dankenswerterweise!) auf neuere Abänderungen und Prioritätsfragen einzugehen. — Z.

EICHLER, W.: **Federlinge** (Die neue Brehm-Bücherei, Heft 186). 44 S., 54 Abb. A. Ziemsen Verlag, Wittenberg 1956. Preis brosch. 3,– DM.

Das vorliegende Heft der Brehmbücherei versucht einen Einblick in die Probleme der neueren Federlingsforschung zu vermitteln. Diese hochspezialisierte biologische Gruppe der Mallophagen ist in ihrer parasitischen Lebensweise bekanntlich vollkommen auf Vögel als Wirtstiere eingestellt, an denen sie sich von Hornsubstanz des Gefieders, sodann aber auch – wie wir heute wissen – durch Blutsaugen ernährt. Die Darstellung bringt – leider völlig unübersichtlich – eine Fülle von Einzelheiten morphologischer, bionomischer und systematischer Art. Ihr Schwergewicht liegt auf den Hinweisen über die Bedeutung der Systematik der Federlinge für jene ihrer Wirte. Sie ermöglicht es, in Zweifelsfällen verwandtschaftliche Beziehungen der Vogelwelt überzeugend zu klären. EICHLER, aus dessen Feder die Schrift hervorging, ist eine Autorität auf dem Gebiet der Mallophagen-Systematik. Es ist daher doppelt bedauerlich, daß es ihm nicht gelang, die Fülle seiner Erfahrungen und Kenntnisse über Federlinge im Geiste der neuen Brehm-Bücherei gemeinverständlich und klar darzustellen. — Z.

Die Bestimmung von Insektenschäden im Walde

nach Schadensbild und Schädling

Von Prof. Dr.-Ing. Erwin Schimitschek

1955 / 196 Seiten mit 290 Abbildungen / Ganz auf Kunstdruckpapier
In Ganzleinen 19,80 DM

„Auf 196 Seiten hat es der bekannte Forstentomologe Prof. Dr. Schimitschek verstanden, das umfangreiche Gebiet der Insektenschäden an lebendem, totem und verbautem Holz zusammenzufassen. Das kennzeichnet bereits die prägnante Form des Bestimmungsbuches, in dem dennoch alle wesentlichen Merkmale an Holzschäden verständlich aufgeführt wurden. Es ist ein Werk, das dem praktischen Forstmann ermöglicht, den Urheber, also den Schädling, an Hand des Schadens nach dem Fraßbild zu bestimmen. Selbst die Schäden, die durch verschiedene Stadien einzelner Insekten entstehen, sind leicht mit Hilfe dieses Bestimmungsbuches zu erfassen."
Anzeiger für Schädlingskunde

„Das Buch wird seine Brauchbarkeit in der Praxis bald beweisen und nicht nur für den Forstmann und den Pflanzenarzt rasch unentbehrlich werden, sondern sicher auch in den Kreisen der allgemein interessierten Naturfreunde weite Verbreitung finden. Die Ausstattung durch den Verlag ist hervorzuheben, der Preis ist angemessen."
Mitteilungen der Münchener Entomologischen Gesellschaft

Vocabularium polyglottum vitae silvarum

Waldbiologisches Fachwörterbuch
auf der Grundlage der wissenschaftlichen Nomenklatur

Latein — Deutsch — Französisch — Englisch — Spanisch — Russisch

Von Risa v. Litschauer

1955 / 126 Seiten / In Ganzleinen 24,– DM

„Aus ihrer Erfahrung als Sprachsachverständige an der Bundesforschungsanstalt für Forst- und Holzwirtschaft in Reinbek stellte die Verfasserin ein Fachwörterbuch zusammen, das die Pflanzen und Tiere des Waldes sowie ihre Schädlinge und Krankheiten in geschickter Form in den wichtigsten Sprachen aufführt." *Holzforschung*

„Das erstklassig ausgestattete Buch will einem internationalen Leserkreis von Forstbiologen, d. h. Forstzoologen, Mykologen, Ornithologen, Botanikern und Entomologen, bei der Durchsicht vielsprachiger Literatur helfen und die Leser außerdem instandsetzen, auch ihrerseits Arbeiten in mehreren Sprachen veröffentlichen zu können ... Für die genannten Fachgebiete füllt das Buch eine schmerzlich empfundene Lücke aus ... Das Werk kann daher nur auf das allerwärmste begrüßt werden. Es wird nicht verfehlen, seinen entscheidenden Beitrag zur Koordinierung der weltweiten Wissenschaftsgebiete zu leisten." *Zeitschrift für Weltforstwirtschaft*

„Forstleuten und Waldbiologen, die sich mit dem Studium fremdsprachiger Schriften beschäftigen, wird das neue Fachwörterbuch ein unentbehrlicher Behelf sein, dessen Anschaffung nur empfohlen werden kann." *Österr. Vierteljahresschrift für Forstwesen*

VERLAG PAUL PAREY · HAMBURG UND BERLIN

Soeben erschien:

Die Waldkrankheiten

Ein Lehrbuch der Forstpathologie und des Forstschutzes

Von Prof. Dr. Fritz Schwerdtfeger

Niedersächsische Forstliche Versuchsanstalt, Göttingen

2., neubearbeitete Auflage / 1957 / 486 Seiten mit 199 Abbildungen
In Ganzleinen 39,40 DM

Mit dieser Auflage liegt das Standardwerk über die Waldkrankheiten wieder vor, das – erstmalig 1944 erschienen und bereits nach kurzer Zeit vergriffen – in den letzten Jahren nur in gekürzter Form als „Grundriß der Forstpathologie" zur Verfügung stand.

Prof. Schwerdtfeger geht davon aus, daß Forstpathologie und Forstschutz als Lehre vom gefährdeten, in seiner Harmonie gestörten Wald nicht allein vom Schaden oder Schädling und deren Folgen abgeleitet werden dürfen, sondern von der biologischen und wirtschaftlichen Einheit des Waldes, von seinem Bestand her zu betrachten sind.

Grundlage dieser Betrachtung ist hinreichende Kenntnis der Schadensursachen, die in einem *Speziellen Teil* vorgeführt werden. Neben den Einwirkungen aus der unbelebten Welt, wie Feuer, Rauch, Sturm usw., werden die zahlreichen organismischen Schaderreger, vor allem Pilze und Insekten, aber auch deren natürliche Gegenspieler in systematischer Folge behandelt. Entstehung, Art und Bekämpfung des Schadens werden dabei für jede einzelne Schadensursache geschildert.

Der *Allgemeine Teil*, der dem Werk seine Eigenart gibt, will das Verständnis für die großen Zusammenhänge wecken. Unter ganzheitlich-ökologischer Fragestellung werden darin die sowohl auf seiten des Schadenserregers wie auf seiten des Waldes notwendigen Voraussetzungen geprüft, die den Ausbruch der Krankheit und den Eintritt der Schadwirkung ermöglichen. Ferner werden der Verlauf der Krankheiten mit ihren biologischen und wirtschaftlichen Auswirkungen untersucht und diejenigen Verhütungs- und Abwehrmaßnahmen dargestellt, die der Mensch zum Schutz des von ihm betreuten und wirtschaftlich genutzten Waldes ergreifen kann.

Als Gesamtdarstellung der Lehre vom kranken Wald wendet sich das Buch in erster Linie an den Studenten der Forstwissenschaft, an den praktischen Forstmann und an den Forstwissenschaftler. Darüber hinaus gibt es dem in benachbarten Wissensfächern Arbeitenden, insbesondere dem Botaniker, dem Phytopathologen, Zoologen und Entomologen, ein anschauliches Bild von der großen Mannigfaltigkeit des Geschehens in der so vielfältig aufgebauten Lebensgemeinschaft des Waldes. Schließlich ist das Buch auch für alle diejenigen, die im allgemeinen Pflanzenschutz, in der Pflanzenschutzmittel- und in der Geräteindustrie tätig sind, ein wertvolles Nachschlagewerk.

8seitiger Spezialprospekt auf Anforderung

VERLAG PAUL PAREY · HAMBURG UND BERLIN